



TESIS RA 142541

# **KINERJA PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUMAH ADAT BALAI PADANG DI KALIMANTAN SELATAN**

FEBBY RAHMATULLAH MASRUCHIN  
3214204006

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD.  
Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN ARSITEKTUR LINGKUNGAN  
JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



THESIS RA 142541

# **DAYLIGHTING PERFORMANCE IN BALAI ADAT PADANG HOUSE AT SOUTH BORNEO**

FEBBY RAHMATULLAH MASRUCHIN  
3214204006

## **ADVISORS**

Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD.  
Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT

## **MASTER PROGRAM**

AREAS OF EXPERTISE ARCHITECTURE ENVIRONMENT  
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2016

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**


**oleh :  
Febby Rahmatullah Masruchin  
NRP : 3214204006**

**Tanggal Ujian : 13 Juni 2016  
Periode Wisuda : September 2016**

**Disetujui oleh :**

-   
1. **Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD**  
**NIP: 196804251992101001**

**(Pembimbing I)**

-   
2. **Dr. Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N. E., MT**  
**NIP: 196111291986012001**

**(Pembimbing II)**

-   
3. **Dr. Ima Defiana, ST, MT**  
**NIP: 197005191997032001**

**(Penguji I)**

-   
4. **Prof. Dr. Ir. Josef Prijotomo, M Arch**  
**NIP: 197005191997032001**

**(Penguji II)**

**Direktur Program Pascasarjana,**

**Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D  
NIP. 196012021987011001**

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Febby Rahmatullah Masruchin

NRP Mahasiswa : 3214204006

Program Studi : Magister (S2)

Jurusan : Arsitektur

Bidang Keahlian : Arsitektur Lingkungan

Dengan ini saya menyatakan, bahwa isi sebagian maupun keseluruhan proposal tesis saya dengan judul :

**Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Adat Balai Padang di Kalimantan Selatan**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 25 Juli 2016

Yang membuat pernyataan ;



Febby Rahmatullah Masruchin

NRP : 3214204006

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Puja dan Puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Adat Balai Padang di Kalimantan Selatan” dengan baik dan lancar. Penyusunan ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) dalam Bidang Keahlian Arsitektur Lingkungan Program Pascasarjana Jurusan Arsitektur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Adapun penyelesaian penulisan tesis ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak tersebut, antara lain :

1. Keluarga Penulis, ayahanda Masruchin dan Ibunda Sri Umiyati atas kasih sayang, dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya dipanjatkan untuk mengiringi langkah penulis menyelesaikan studi selama kuliah.
2. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D dan Dr. Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N. E., MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan serta arahan yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian tesis.
3. Prof. Dr. Ir. Josef Prijotomo, M Arch dan Dr. Ima Defiana, ST, MT selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan berupa kritik, saran dan kebaikannya yang sangat membantu dalam penyempurnaan dan kelancaran tesis ini.
4. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D selaku Ketua Jurusan Arsitektur ITS dan Dr. Ima Defiana, ST, MT selaku Ketua Pascasarjana Arsitektur ITS atas kesempatan yang telah diberikan untuk menempuh pendidikan di Pascasarjana Arsitektur ITS.
5. Seluruh staf dan karyawan Pascasarjana ITS, Pascasarjana Arsitektur, Laboratorium Arsitektur Lingkungan, Perpustakaan ITS, Ruang Baca Arsitektur yang telah membantu penulis.
6. Berbagai pihak selaku narasumber dalam penelitian ini, antara lain ; BMKG Kota Surabaya atas bantuan data iklim, Bani Noor Muchamad atas

bantuan materi rumah Adat Balai Padang, Ketua Adat serta penduduk Suku Dayak Bukit di sekitar rumah Adat Balai Padang atas informasi dan bantuan selama pengamatan di lapangan.

7. Seluruh rekan mahasiswa semua alur Pascasarjana Jurusan Arsitektur ITS khususnya alur Arsitektur Lingkungan atas saran, diskusi dan dukungan selama menjalani studi hingga menyelesaikan tesis.
8. Kementrian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi (DIKTI) selaku pemberi beasiswa *fresh graduate* yang telah memberikan pendanaan berupa biaya kuliah selama proses perkuliahan pada tahap magister (S2) kecuali pendanaan penyusunan proposal tesis dan tesis.
9. Balai Litbang Permukiman Tradisional Wilayah Tengah atas kerjasama penelitian dan pendanaan pada tahap pengamatan di lapangan dan penyusunan proposal tesis agar penulis mampu menyelesaikan proses sebelum penyusunan tesis dengan lancar.
10. Lembaga Pengelola dana Pendidikan (LPDP) Kementrian Keuangan R.I selaku pemberi dana dalam program beasiswa tesis dan disertasi tahun 2016 berdasarkan kontrak nomor KEP-14/LPDP/2016 yang telah memberikan pendanaan pada tahap penyusunan tesis agar penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis dengan lancar.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kasih sayang dan hidayah-Nya kepada seluruh pihak yang telah disebutkan di atas. penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun bagi kesempurnaan penelitian dalam tesis ini serta diharapkan tesis ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 25 Juli 2016

Penulis



# KINERJA PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUMAH ADAT BALAI PADANG DI KALIMANTAN SELATAN

Nama : Febby Rahmatullah Masruchin  
NRP : 3214204006  
Pembimbing 1 : Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD.  
Pembimbing 2 : Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT

## ABSTRAK

Rumah Adat Balai Padang merupakan salah satu bangunan yang terletak pada iklim tropis di Kalimantan Selatan dengan potensi cahaya alami yang melimpah. Bangunan ini memiliki dimensi yang besar dan dalam, tetapi hanya memiliki bukaan antara dinding dan atap yang minim dengan WWR (*window to wall ratio*) kurang dari 20% memanjang dari ujung ke ujung dinding dan ambang bawah 1,7m jauh diatas bidang kerja yang tidak sesuai penelitian terdahulu. Desain tersebut disesuaikan dengan kondisi masa lalu yang banyak berada di luar bangunan. Pada masa kini penghuni banyak beraktivitas di dalam bangunan dari pagi hingga sore. Oleh karena itu, perlu dilakukan tinjauan terkait bagaimana kinerja pencahayaan alami serta pengaruh luas dan posisi bukaan.

Penelitian dilakukan melalui 2 tahap yaitu pengamatan lapangan untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami serta faktor yang mempengaruhi serta Eksperimen dengan simulasi komputer menggunakan *Software Autodesk Ecotect Analysis 2011* untuk mengidentifikasi pengaruh luas dan posisi bukaan. penelitian ini menggunakan variabel bebas luas dan posisi bukaan antara dinding dengan atap serta variabel terikat berupa nilai iluminasi, DF dan distribusi.

Kinerja pencahayaan alami sangat buruk dengan nilai iluminasi di luar bangunan yang sangat tinggi mencapai 100.000 lux yang dipengaruhi oleh posisi matahari, ketinggian dari permukaan laut dan cloud cover tetapi di dalam bangunan sangat rendah mencapai 1 lux pada pagi, siang dan sore hari tidak memenuhi standart yang dipengaruhi oleh obstruksi, overhang, bentuk dan dimensi ruang, reflektansi material, luas dan posisi bukaan. Jika luas bukaan ditingkatkan dengan WWR 10 - 30 % maka kinerja pencahayaan alami semakin baik dengan meningkatkan nilai DF 0,21 - 3,77 %. Jika posisi bukaan diturunkan pada area yang tidak terdapat obstruksi maka kinerja pencahayaan alami semakin baik karena tidak terhalang overhang. Tetapi jika posisi bukaan diturunkan terlalu rendah mencapai bidang kerja maka akan mengakibatkan penurunan kinerja pencahayaan alami. Pengkondisian paling baik untuk memenuhi aktivitas terkait standart adalah pengkondisian 1 variasi 3 yaitu WWR 30% dan posisi bukaan tetap untuk ruang Laras-Pematang yang terletak di tengah bangunan dan pengkondisian 2 variasi 1 yaitu posisi ambang bawah bukaan diturunkan sejajar pintu dan WWR 20% untuk ruang Bilik yang terletak di sisi samping bangunan.

**Kata Kunci :** Bukaan, Pencahayaan Alami, Rumah Adat Balai Padang, Simulasi

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

# **DAYLIGHTING PERFORMANCE IN BALAI ADAT PADANG HOUSE AT SOUTH BORNEO**

Name : Febby Rahmatullah Masruchin  
NRP : 3214204006  
Advisor 1 : Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD.  
Co-Advisor 2 : Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti N.E, MT

## **ABSTRACT**

Balai Adat Padang House is one of the buildings in the tropics area at South Borneo which has a large daylighting potentation. This building has a large dimension and long depth, but it has only minimum area of the openings between the wall and the roof with WWR less than 20% extends from end to end of the wall and the lower threshold 1,7m above the plane of work that does not required with previous research. The design was adapted to the past occupants which did activity out of the building. In the present, occupants do activity in the building from morning to evening. Therefore, it should be a study related to the daylighting performance and the effect of the area and position of the opening.

This research can be devided into 2 stages, first stage is field study to identify daylighting performance and the factors that affect it. Second stage is experiment with computer simulation using Autodesk Ecotect Analysis Software in 2011 to identify the effect of area and position of openings against the daylighting and the fulfillment of the standard activity. This research use area and position of the openings between the wall and the roof as an independent variable and illumination, DF and distribution of daylighting as a dependent variable.

The result of this research is daylighting performance is very bad because the value of illumination outside the building is very high up to 100.000 lux which is influenced by sun's position, altitude and cloud cover, but the value of illumination inside the building is very low up to 1 lux from the morning to the evening which not required for standart activity. It is influenced by obstruction, overhangs, the shape and dimensions of space, reflectance material, area and position of the openings. If the area of the opening is increased from WWR 10% until 30%, daylighting performance is better than existing condition because it can increase Daylighting value from 0,21% until 3,77%. If the position of the openings is decreased on the area that there is no obstruction, daylighting performance is better than existing condition because it is not obstructed by overhang. If the position of the openings is decreased to low until work plan, daylighting performance back into bad. Better conditioning to meet standards related activities is a condition 1 variations 3 (WWR 30% and fixed height of the opening) for Laras-Pematang room and conditioning 2 variations 1 (elevation lowered of the openings to the height of the door and WWR 20%) for Bilik rooms

**Keywords:** opening, daylighting, balai adat padang house, simulation

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan Proposal Tesis .....	i
Surat Pernyataan Keaslian Proposal Tesis .....	iii
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vii
Abstract .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Tabel .....	xix
Daftar Rumus .....	xxi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Manfaat Penelitian .....	7
1.5 Batasan penelitian .....	8

### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

2.1 Pencahayaan Alami .....	9
2.1.1 Tujuan Pencahayaan Alami .....	10
2.1.3 Sumber Pencahayaan Alami .....	11
2.1.4 Kondisi Langit .....	12
2.2 Pencahayaan Alami pada Iklim Tropis .....	13
2.2.1 Pola Pergerakan Matahari .....	13
2.2.2 Karakter Iklim di Kalimantan Selatan .....	14
2.2.3 Bukaannya sebagai Strategi Pencahayaan Alami .....	14
2.3 Standar Kinerja Pencahayaan Alami .....	24
2.3.1 Standar Iluminasi .....	24
2.3.2 Standar DF ( <i>Daylight Factor</i> ) .....	26
2.3.3 Standar TUU dan TUS .....	30
2.3.4 Standar Distribusi Pencahayaan Alami dalam Ruangan .....	31
2.4 Rumah Balai Adat .....	31
2.4.1 Jenis Rumah Balai Adat .....	31
2.4.2 Bentuk dan Pembagian Ruang .....	33
2.4.3 Elemen Ruang .....	34
2.4.4 Aktivitas Penghuni .....	35

2.4.5 Jenis Bukaannya pada Rumah Balai .....	36
2.5 Sintesa Kajian Pustaka .....	37

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Paradigma Penelitian .....	41
3.2 Metode Penelitian .....	43
3.3 Variabel Penelitian .....	44
3.3.1 Variabel Bebas .....	44
3.3.2 Variabel Terikat .....	48
3.3.3 Variabel Kontrol .....	49
3.4 Subjek Penelitian .....	51
3.4.1 Dasar Pemilihan Sampel Penelitian .....	51
3.4.2 Letak dan Lingkungan Balai Padang .....	54
3.4.3 Konfigurasi Ruang Balai Padang .....	54
3.5 Jenis dan Pengumpulan Data .....	55
3.5.1 Data Primer .....	55
3.5.2 Data Sekunder .....	56
3.6 Tahapan Penelitian .....	56
3.6.1 Pengamatan dan Pengukuran Lapangan .....	56
3.6.2 Eksperimen .....	59
3.7 Analisis dan Pembahasan .....	68
3.7.1 Analisis Hasil Pengamatan dan Pengukuran Lapangan .....	68
3.7.2 Analisis Hasil Eksperimen dengan Simulasi .....	69

### **BAB IV HASIL PENGAMATAN LAPANGAN**

4.1 Kondisi Fisik Lingkungan dan Bangunan .....	71
4.1.1 Lokasi Bangunan .....	71
4.1.2 Kondisi Fisik Lingkungan dan Bangunan .....	72
4.1.3 Kondisi Fisik Ruang Laras dan Pematang .....	76
4.1.4 Kondisi Fisik Ruang Bilik 1 (Besar) .....	78
4.1.4 Kondisi Fisik Ruang Bilik 2 (Sedang) .....	81
4.1.5 Kondisi Fisik Ruang Bilik 3 (Kecil) .....	84
4.2 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami di Lapangan .....	86
4.2.1 Pemetaan Titik Pengukuran Pada Bangunan .....	86
4.2.2 Kondisi Langit .....	88
4.2.3 Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi .....	89
4.2.4 Hasil Perhitungan Nilai Daylight Factor .....	90
4.3 Hasil Pengamatan Pola Aktivitas Penghuni .....	98
4.3.1 Pola Aktivitas Penghuni Masa Lalu .....	98
4.3.2 Pola Aktivitas Penghuni Masa Kini .....	98
4.3.3 Pola Aktivitas Pada Bangunan Eksisting .....	99

4.4	Pembahasan Hasil Pengamatan di Lapangan .....	101
4.4.1	Faktor yang Mempengaruhi Tingginya Tingkat Pencahayaan Alami di Luar Bangunan .....	101
4.4.2	Faktor yang Mempengaruhi Rendahnya Tingkat Pencahayaan Alami di Dalam Bangunan .....	103
4.4.3	Pengaruh Luas Bukaannya Terhadap Kuantitas dan Distribusi Pencahayaan Alami .....	109
4.4.4	Pengaruh Ketinggian Bukaannya Terhadap Kuantitas dan Distribusi Pencahayaan Alami .....	111
4.4.5	Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Berdasarkan Standart Sesuai Aktivitas Penghuni Masa Kini .....	112
4.5	Kesimpulan Hasil Pengamatan Lapangan .....	117

## **BAB V HASIL EKSPERIMEN DENGAN SIMULASI**

5.1	Verifikasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi .....	119
5.1.1	Pemodelan pada Simulasi .....	119
5.1.2	Perbandingan Hasil Pengukuran Lapangan dan Simulasi .....	121
5.2	Pengaruh Luas Bukaannya terhadap Kinerja Pencahayaan Alami .....	125
5.2.1	Hasil Simulasi Perubahan Luas Bukaannya .....	125
5.2.2	Perbandingan Perubahan Nilai Iluminasi .....	129
5.2.3	Perbandingan Perubahan Nilai Daylight Factor .....	131
5.2.4	Perbandingan Perubahan Distribusi Pencahayaan Alami .....	136
5.2.5	Kesimpulan Pengaruh Perubahan Luas Bukaannya .....	143
5.3	Pengaruh Posisi Bukaannya Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami .....	144
5.3.1	Hasil Simulasi Perubahan Posisi Bukaannya .....	145
5.3.2	Perbandingan Perubahan Nilai Iluminasi .....	146
5.3.3	Perbandingan Perubahan Nilai Daylight Factor .....	149
5.3.4	Perbandingan Perubahan Distribusi Pencahayaan Alami .....	152
5.3.5	Kesimpulan Pengaruh Perubahan Posisi Bukaannya .....	157
5.4	Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Aktivitas Masa Kini .....	158
5.4.1	Pemenuhan Berdasarkan Standart Nilai Iluminasi .....	160
5.4.2	Pemenuhan Berdasarkan Standart Nilai Daylight Factor .....	164
5.4.3	Pemenuhan Berdasarkan Distribusi Pencahayaan Alami .....	167
5.4.4	Kesimpulan Pemenuhan Pencahayaan Alami Berdasarkan Standart .....	171

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1	Kesimpulan .....	173
6.1.1	Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Adat Balai Padang dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi .....	173
6.1.2	Pengaruh Perubahan Luas Bukaannya .....	175

6.13 Pengaruh Perubahan Posisi Bukaannya .....	176
6.14 Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Aktivitas Masa Kini .....	177
6.2 Saran .....	179
6.2.1 Aspek Teoritis .....	179
6.2.2 Aspek Praktis .....	180
DAFTAR PUSTAKA .....	181
LAMPIRAN .....	185



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi dan Kondisi Lingkungan Rumah Adat Balai Padang di Pegunungan Meratus, Kalimantan Selatan .....	2
Gambar 1.2	Konfigurasi Ruang Balai Padang (kiri) dan Kondisi Bukaannya (Kanan) .....	4
Gambar 2.1	Kemungkinan Bukaannya Atap pada Bangunan .....	15
Gambar 2.2	Cakupan Distribusi Cahaya Alami Berdasarkan Luas dan Ketinggian Bukaannya .....	16
Gambar 2.3	Pengaruh Luas Bukaannya terhadap Iluminasi Ruang .....	17
Gambar 2.4	Strategi Pemantul dan Peneduh pada <i>Sidelighting</i> .....	20
Gambar 2.5	(a) Bentuk Denah Persegi Tanpa Atrium, (b) Persegi dengan Atrium, (c) Persegi Panjang .....	22
Gambar 2.6	Pengaruh Kedalaman Ruang dengan Bukaannya Tetap Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami .....	23
Gambar 2.7	Sudut Minimum Vertikal Untuk Obstruksi .....	24
Gambar 2.8	Sudut Minimum Horizontal Untuk Obstruksi .....	24
Gambar 2.9	Standar Iluminasi Berdasarkan IESNA .....	25
Gambar 2.10	Komponen Daylight Factor (DF) .....	27
Gambar 2.11	Penentuan Titik Ukur Utama dan Titik Ukur Sampling .....	30
Gambar 2.12	Jenis Rumah Balai Adat Bidukun, Jalai dan Padang .....	32
Gambar 2.13	Pembagian Ruang-ruang Balai Adat .....	33
Gambar 2.14	Transformasi Wujud Dasar pada Rumah Balai (kiri) dan Perkembangan Bentuk Rumah Balai Adat .....	33
Gambar 2.15	Kondisi Atap di dalam Ruangan tanpa Plafond (kiri) dan Kondisi di Luar Bangunan dengan Material Seng (kanan).....	34
Gambar 2.16	Variasi Material Dinding Balai Adat .....	34
Gambar 2.17	Bukaannya Pintu (kiri) dan Celah Pada Dinding dan Lantai .....	37
Gambar 2.18	Bukaannya pada Atap (kiri), Bukaannya Antara Atap dan Atap (tengah), Bukaannya Antara Dinding dan Atap (kanan) .....	37
Gambar 3.1	Variabel bebas berupa bukaannya antara dinding dan atap pada Rumah Adat Balai Padang .....	45
Gambar 3.2	Karakteristik Subyek Penelitian .....	53
Gambar 3.3	Kondisi Lingkungan pada Masa Lalu (kiri) dan Kondisi Lingkungan Masa Kini .....	54
Gambar 3.4	Konfigurasi Ruang Balai Padang Masa Lalu .....	54
Gambar 3.5	Kondisi Balai Adat Padang. Kondisi Depan (kiri), Belakang Rumah (tengah) dan Interior (kanan) .....	55
Gambar 3.6	Lokasi Pengukuran Pencahayaan Alami pada Ruangan .....	58

Gambar 3.7	Aplikasi Pengkondisian Eksperimen pada Balai Adat Padang ...	61
Gambar 3.8	Skema Tahapan Simulasi .....	67
Gambar 4.1	Kondisi Lingkungan Sekitar Bangunan .....	72
Gambar 4.2	Tampak Depan (kiri) dan Teras Bangunan dan Lapangan (kanan) .....	72
Gambar 4.3	Kondisi Lapangan (kiri), Jalan Beserta Pola Permukiman Linear (kanan) .....	73
Gambar 4.4	Tampak Belakang (kiri), Kondisi Hutan-Jurang dengan Banyak Pohon (kanan) .....	73
Gambar 4.5	Tampak Samping (kiri) dan Batas Sebelah Kiri Bangunan Kepala Suku / damang (kanan) .....	74
Gambar 4.6	Tampak Samping Kanan (kiri) dan Batas Sebelah Kanan Bangunan Warga (kanan) .....	74
Gambar 4.7	Denah Balai Padang Berdasarkan Hasil Pengukuran Lapangan	75
Gambar 4.8	Denah Ruang Laras dan Pematang .....	76
Gambar 4.9	Dinding Ruang Laras-Pematang. Dinding 1 (kiri), 2 (kanan) ...	76
Gambar 4.10	Dinding Ruang Laras-Pematang. Dinding 3 (kiri), 4 (kanan) ...	76
Gambar 4.11	Denah Ruang Bilik 1 (Besar) .....	78
Gambar 4.12	Dinding dan Bukaannya pada Ruang Bilik 1 (Besar) dari Dinding 1 (D1) Hingga Dinding 8 (D8) .....	79
Gambar 4.13	Denah Ruang Bilik 2 (Sedang) .....	81
Gambar 4.14	Dinding dan Bukaannya pada Ruang Bilik 2 (Sedang) dari Dinding 1 (D1) Hingga Dinding 7 (D7) .....	82
Gambar 4.15	Denah Ruang Bilik 3 (Kecil) .....	84
Gambar 4.16	Dinding dan Bukaannya pada Ruang Bilik 3 (Kecil). Dinding 2 Dan 3 (kiri), Dinding 4 dan 1 (kanan) .....	84
Gambar 4.17	Posisi Titik Ukur Luar Bangunan (kiri), Mekanisme Pengukuran (tengah) dan Ketinggian Titik Ukur (kanan) .....	86
Gambar 4.18	Penanda Posisi Titik Ukur (kiri), Mekanisme Pengukuran (tengah) dan Alat Ukur yang Digunakan (kanan) .....	87
Gambar 4.19	Kondisi Langit Hari Pertama. Pagi Hari (kiri), Siang (tengah) Sore (kanan) .....	88
Gambar 4.20	Kondisi Langit Hari Kedua. Pagi Hari (kiri), Siang (tengah) Sore (kanan) .....	88
Gambar 4.21	Kondisi Langit Hari Ketiga. Pagi Hari (kiri), Siang (tengah) Sore (kanan) .....	89
Gambar 4.22	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan AA' pada Ruang Laras-Pematang .....	91
Gambar 4.23	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan BB' pada Ruang Laras-Pematang .....	92
Gambar 4.24	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan AA' pada Ruang Bilik 1	

	(Besar) .....	93
Gambar 4.25	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan BB' pada Ruang Bilik 1 (Besar) .....	94
Gambar 4.26	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan AA' pada Ruang Bilik 2 (Sedang) .....	95
Gambar 4.27	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan BB' pada Ruang Bilik 2 (Sedang) .....	96
Gambar 4.28	Profil Nilai Iluminasi pada Potongan AA' pada Ruang Bilik 3 (Kecil) .....	97
Gambar 4.29	Kondisi Lantai yang rusak (kiri), aktivitas upacara adat pada malam hari (kanan) .....	100
Gambar 4.30	Obstruksi bangunan pada samping kiri bangunan (kiri atas), kanan bangunan (kanan atas), obstruksi vegetasi pada belakang bangunan (kiri bawah), tidak ada obstruksi pada depan bangunan (kanan bawah) .....	103
Gambar 4.31	Overhang panjang pada sisi depan bangunan (kiri), overhang pendek pada sisi belakang/bilik 2 (tengah), samping kanan/bilik 1 dan samping kiri/bilik 2 (kanan) .....	105
Gambar 4.32	Kondisi Bukaannya pada Balai Bidukun (kiri), Jalai (tengah) dan Padang (kanan) .....	107
Gambar 4.33	Bukaan Antara Dinding dengan Atap Bentuk Kotak (kiri) dan Segitiga (tengah) serta Bukaannya Berupa Jendela (kanan) .....	111
Gambar 5.1	Permodelan Obyek Beserta Kondisi Lingkungan pada Software Ecotect .....	120
Gambar 5.2	Data Material Dinding dan Lantai (kiri), Atap (tengah) dan Posisi Bangunan (kanan) .....	120
Gambar 5.3	Kondisi Langit (kiri) dan Data Iklim Input dari Banjarbaru (kanan) .....	121
Gambar 5.4	Posisi Titik Ukur yang Akan Dijadikan Perbandingan Nilai Iluminasi Hasil Pengukuran Lapangan (kiri) dan Simulasi (kanan) pada Kondisi Eksisting .....	122
Gambar 5.5	Grafik Perbandingan Nilai Iluminasi Hasil Pengukuran Lapangan dan Simulasi .....	123
Gambar 5.6	Elemen yang disederhanakan pada simulasi. Menghilangkan pohon dan panggung (kiri), menghilangkan perabot (tengah), menghilangkan porositas (kanan) .....	124
Gambar 5.7	Perbandingan hasil simulasi PE (kiri) dan PL WWR 10% (kanan) .....	125
Gambar 5.8	Perbandingan hasil simulasi PE (kiri) dan PL WWR 20% (kanan) .....	126
Gambar 5.9	Perbandingan hasil simulasi PE (kiri) dan PL WWR 30%	

	(kanan) .....	127
Gambar 5.10	Grafik Perbandingan Nilai Iluminasi Perubahan Luas Bukaannya ..	128
Gambar 5.11	Grafik Kesimpulan Pengaruh Luasan Bukaannya terhadap Kinerja Pencahayaan Alami rumah Adat Balai Padang ditinjau dari nilai iluminasi .....	130
Gambar 5.12	Grafik Kesimpulan Pengaruh Luasan Bukaannya dan jenis ruang terhadap Kinerja Pencahayaan Alami rumah Adat Balai Padang ..	131
Gambar 5.13	Diagram Perbandingan Nilai DF Perubahan Luas Bukaannya .....	131
Gambar 5.14	Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 40% terkait Perubahan Luas Bukaannya .....	136
Gambar 5.15	Grafik Perbandingan Nilai Distribusi 1:3 terkait Perubahan Luas Bukaannya .....	140
Gambar 5.16	Perbandingan hasil simulasi PL-WWR 20% (base case) dan PP AB pintu .....	145
Gambar 5.17	Perbandingan hasil simulasi PL-WWR 20% (base case) dan PP AA pintu .....	146
Gambar 5.18	Diagram Perbandingan Nilai Iluminasi Perubahan Posisi Bukaannya .....	147
Gambar 5.19	Diagram Perbandingan Nilai Daylight Factor Perubahan Posisi Bukaannya .....	149
Gambar 5.20	Grafik Kesimpulan Pengaruh Posisi Bukaannya terhadap Kinerja Pencahayaan Alami .....	152
Gambar 5.21	Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 40% terkait Perubahan Posisi Bukaannya .....	152
Gambar 5.22	Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 1:3 terkait Perubahan Posisi Bukaannya .....	155
Gambar 5.23	Posisi di Dalam Ruang yang Berpotensi untuk Beraktivitas .....	158

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kebutuhan Pencahayaan Bangunan Rumah Tinggal .....	25
Tabel 2.2	Standar DF Rumah Tinggal Menurut Szokolay .....	29
Tabel 2.3	Standar DF Rumah Tinggal Menurut Evans.....	29
Tabel 2.4	Standar DF Rumah Tinggal Menurut Littlefair .....	29
Tabel 2.5	Standar DF Rumah Tinggal Menurut Baker.....	29
Tabel 2.6	Nilai Faktor Langit Rumah Tinggal .....	30
Tabel 2.7	Perkembangan Rumah Balai Adat .....	32
Tabel 2.8	Aktivitas Masyarakat Dayak Bukit Ketika Berhuma 1 tahun .....	36
Tabel 3.1	Variabel Bebas dan Sub Variabelnya .....	47
Tabel 3.2	Jam Operasional Buka Tutup Pintu Terkait Aktivitas Pada Tiap Ruang .....	47
Tabel 3.3	Data Primer dan Teknik Pengumpulan Data .....	55
Tabel 3.4	Model Kondisi Eksisting .....	60
Tabel 3.5	Pengkondisian 1 .....	62
Tabel 3.6	Pengkondisian 2 .....	63
Tabel 3.7	Analisis Hasil Pengamatan dan Pengukuran Lapangan .....	68
Tabel 3.8	Analisis Hasil Verifikasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi .....	69
Tabel 3.9	Analisis Pengaruh Luas Bukaannya .....	69
Tabel 3.10	Analisis Pengaruh Posisi Bukaannya .....	70
Tabel 4.1	Dimensi dan Material Dinding Keseluruhan Ruang Laras Pematang .....	77
Tabel 4.2	Dimensi Bidang Void (Bukaan) Ruang Laras-Pematang .....	77
Tabel 4.3	Dimensi Bidang Void (Pintu) Ruang Laras-Pematang .....	77
Tabel 4.4	Persentase Bukaannya Ruang Laras-Pematang .....	77
Tabel 4.5	Dimensi dan Material Lantai Ruang Laras-Pematang .....	78
Tabel 4.6	Dimensi dan Material Atap Ruang Laras-Pematang .....	78
Tabel 4.7	Dimensi dan Material Dinding Keseluruhan Ruang Bilik 1 (besar) .....	79
Tabel 4.8	Dimensi Bidang Void (Bukaan) Ruang Bilik 1 (besar) .....	79
Tabel 4.9	Dimensi Bidang Void (Pintu) Ruang Bilik 1 (besar) .....	80
Tabel 4.10	Persentase Bukaannya Ruang Bilik 1 (besar) .....	80
Tabel 4.11	Dimensi dan Material Lantai Ruang Bilik 1 (besar) .....	81
Tabel 4.12	Dimensi dan Material Atap Ruang Bilik 1 (besar) .....	81
Tabel 4.13	Dimensi dan material dinding keseluruhan ruang Bilik 2 (sedang) .....	82
Tabel 4.14	Dimensi Bidang Void (Bukaan) Ruang Bilik 2 (sedang) .....	82
Tabel 4.15	Dimensi Bidang Void (Pintu) Ruang Bilik 2 (sedang) .....	83
Tabel 4.16	Persentase Bukaannya Ruang Bilik 2 (sedang) .....	83

Tabel 4.17 Dimensi dan Material Lantai Ruang Bilik 2 (sedang) .....	83
Tabel 4.18 Dimensi dan Material Atap Ruang Bilik 2 (sedang) .....	83
Tabel 4.19 Dimensi dan material dinding keseluruhan ruang Bilik 3 (kecil) .....	84
Tabel 4.20 Dimensi Bidang Void (Bukaan) Ruang Bilik 3 (kecil) .....	84
Tabel 4.21 Dimensi Bidang Void (Pintu) Ruang Bilik 3 (kecil) .....	85
Tabel 4.22 Persentase Bukaan Ruang Bilik 3 (kecil) .....	85
Tabel 4.23 Dimensi dan Material Lantai Ruang Bilik 3 (kecil) .....	85
Tabel 4.24 Dimensi dan Material Atap Ruang Bilik 3 (kecil) .....	85
Tabel 4.25 Waktu Pengukuran Tingkat Pencahayaan Alami .....	87
Tabel 4.26 Nilai Iluminasi Luar Bangunan pada 3 Hari Pengukuran .....	89
Tabel 4.27 Nilai Iluminasi di Dalam Ruang Laras-Pematang .....	90
Tabel 4.28 Nilai Iluminasi di Dalam Ruang Bilik 1 (besar) .....	90
Tabel 4.29 Nilai Iluminasi di Dalam Ruang Bilik 2 (sedang) .....	90
Tabel 4.30 Nilai Iluminasi di Dalam Ruang Bilik 3 (kecil) .....	90
Tabel 4.31 Nilai Daylight Factor Ruang Laras-Pematang .....	91
Tabel 4.32 Nilai Daylight Factor Ruang Bilik 1 (besar) .....	93
Tabel 4.33 Nilai Daylight Factor Ruang Bilik 2 (sedang) .....	95
Tabel 4.34 Nilai Daylight Factor Ruang Bilik 3 (kecil) .....	97
Tabel 4.35 Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Pola Aktivitas Masa Lalu dan Masa Kini .....	98
Tabel 4.36 Pola Penggunaan Ruang dalam 1 Hari .....	99
Tabel 4.37 Nilai Iluminasi Ruang Berdasarkan Standart SNI .....	113
Tabel 4.38 Nilai Daylight Factor Berdasarkan Standart .....	114
Tabel 4.39 Distribusi pencahayaan alami berdasarkan standart Ander (2005) ..	115
Tabel 4.40 Distribusi pencahayaan alami berdasarkan standart Steffy (2002) ..	116
Tabel 5.1 Perbandingan Model Simulasi dengan Kondisi Eksisting .....	120
Tabel 5.2 Perbandingan nilai iluminasi di luar bangunan pada simulasi dan pengukuran lapangan .....	122
Tabel 5.3 Perbandingan nilai iluminasi di luar bangunan pada simulasi dan pengukuran lapangan .....	123
Tabel 5.4 Nilai Daylight Factor pada PE dan PL WWR 10% .....	125
Tabel 5.5 Nilai Daylight Factor pada PE dan PL WWR 20% .....	126
Tabel 5.6 Nilai Daylight Factor pada PE dan PL WWR 30% .....	127
Tabel 5.7 Nilai Daylight Factor pada PL-WWR 20% (base case) dan PP AB pintu .....	145
Tabel 5.8 Nilai Daylight Factor pada PL-WWR 20% dan PP AA Pintu .....	146
Tabel 5.9 Asumsi aktivitas yang dapat dilakukan pada tiap ruang .....	159
Tabel 5.10 Pemenuhan Standart Nilai Iluminasi pada Ruang Laras-Pematang ..	160
Tabel 5.11 Pemenuhan Standart Nilai Iluminasi pada Ruang Bilik 1 (besar) ....	161
Tabel 5.12 Pemenuhan Standart Nilai Iluminasi pada Ruang Bilik 2 (sedang) ..	162
Tabel 5.13 Pemenuhan Standart Nilai Iluminasi pada Ruang Bilik 3 (kecil) .....	163

Tabel 5.14 Pemenuhan Standart Nilai DF pada Ruang Laras-Pematang .....	164
Tabel 5.15 Pemenuhan Standart Nilai DF pada Ruang Bilik 1 (besar) .....	165
Tabel 5.16 Pemenuhan Standart Nilai DF pada Ruang Bilik 2 (sedang) .....	166
Tabel 5.17 Pemenuhan Standart Nilai DF pada Ruang Bilik 3 (kecil) .....	167
Tabel 5.18 Pemenuhan Standart Distribusi pada Ruang Laras-Pematang .....	168
Tabel 5.19 Pemenuhan Standart Distribusi pada Ruang Bilik 1 (besar) .....	169
Tabel 5.20 Pemenuhan Standart Distribusi pada Ruang Bilik 2 (sedang) .....	169
Tabel 5.21 Pemenuhan Standart Distribusi pada Ruang Bilik 3 (kecil) .....	170
Tabel 5.22 Rekomendasi Pengkondisian yang memenuhi standart pada tiap Ruang .....	172

- Halaman ini sengaja dikosongkan -



## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Mencari Nilai DF dengan Menggunakan Alat .....	26
Rumus 2.2	Mencari Nilai DF tanpa Menggunakan Alat .....	26
Rumus 2.3	Mencari Nilai SC .....	27
Rumus 2.4	Mencari Nilai IRC .....	28
Rumus 2.5	Mencari Nilai ERC .....	28

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

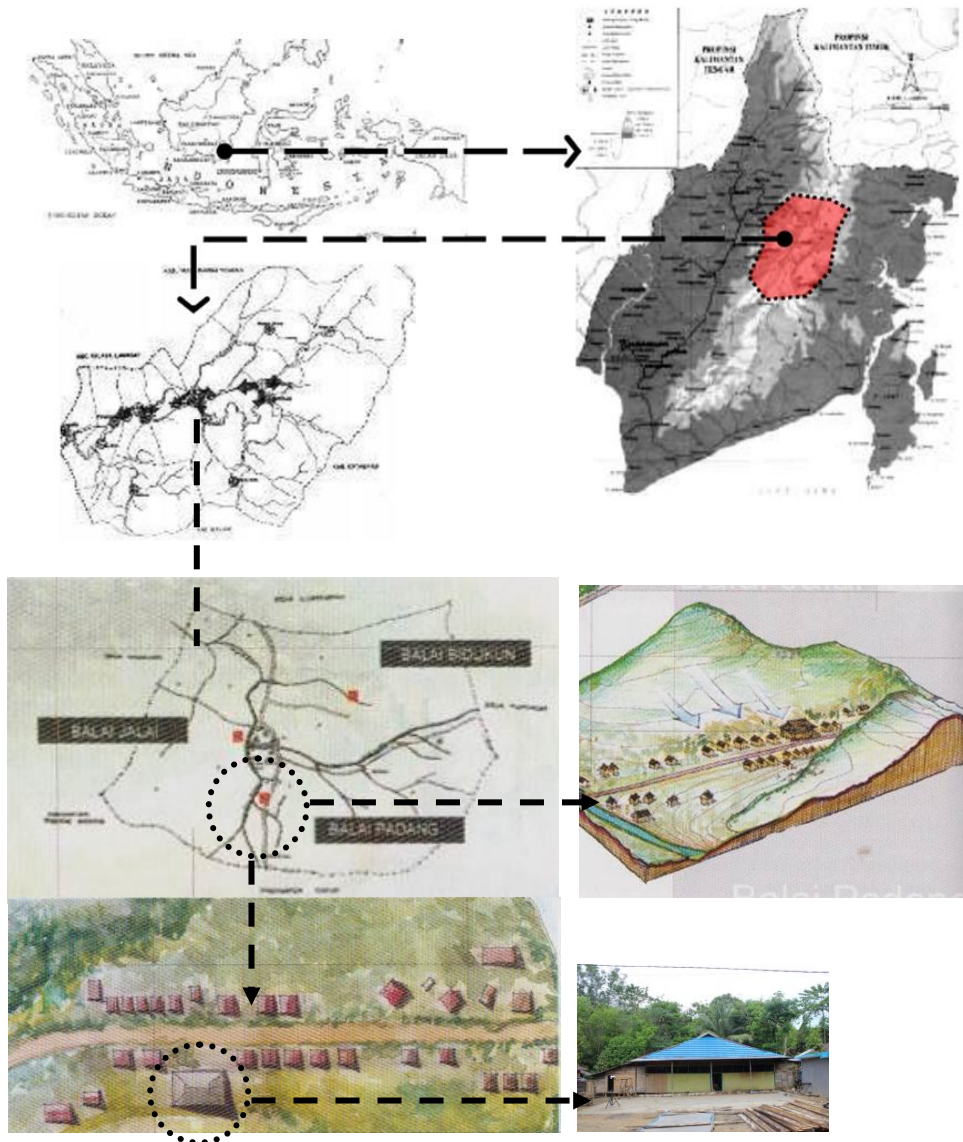
### **1.1 Latar Belakang**

Bangunan memberi dampak besar bagi lingkungan dibandingkan dengan aktivitas manusia lainnya dengan menggunakan sekitar 48% dari seluruh pemakaian energi dengan rincian 40% untuk operasi dari bangunan dan 8% untuk konstruksi bangunan (Lechner, 2009). Salah satu penggunaan energi terbesar pada bangunan yaitu untuk kebutuhan pencahayaan buatan baik pada malam hari ketika tidak terdapat cahaya alami maupun pada pagi hingga sore hari ketika terdapat cahaya alami. Penggunaan energi untuk pencahayaan buatan dapat diminimalkan dengan sistem pasif yaitu dengan menggunakan pencahayaan alami.

Pencahayaan alami merupakan teknologi dinamis yang mempertimbangkan beban panas, kesilauan, variasi dari ketersediaan cahaya dan penetrasi cahaya matahari kedalam bangunan (Ander, 1995). Pencahayaan alami memiliki banyak manfaat diantaranya dapat mengurangi konsumsi energi bangunan secara menyeluruh termasuk mengurangi penggunaan energi untuk beban pendinginan akibat panas yang ditimbulkan pencahayaan buatan (Ander, 1995). Pencahayaan alami tidak sepenuhnya dapat menggantikan peran dari pencahayaan buatan karena pencahayaan alami sangat tergantung pada kondisi langit. Pencahayaan alami tidak dapat digunakan secara maksimal terutama saat kondisi langit sedang mendung atau pada malam hari. Namun, posisi geografis Indonesia yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa, menyebabkan karakteristik pencahayaan alami yang melimpah, memiliki penyinaran cukup kuat dan berlangsung konstan sepanjang tahun hingga mencapai 91% (Koeningsberger dkk, 1973).

Rumah Adat Balai Padang merupakan salah satu bangunan suku Dayak Bukit di daerah tropis yang terletak di Kalimantan Selatan dekat dengan garis katulistiwa dengan potensi pencahayaan alami yang melimpah seperti pada gambar 1.1 (Muchammad, 2007). Rumah Adat Balai Padang memiliki bentuk yang besar dengan konfigurasi yang khas yaitu terdapat ruang Laras sebagai ruang

Keluarga dan ruang Pematang sebagai ruang upacara yang terletak di tengah bangunan serta ruang Bilik sebagai ruang tidur dan dapur yang terletak di sisi terluar bangunan dan mengelilingi ruang Laras-Pematang seperti pada gambar 1.2



Gambar 1.1. Lokasi dan kondisi lingkungan rumah Adat Balai Padang di Pegunungan Meratus, Kalimantan Selatan (Muchamad, 2007)

Akibat dari dimensi yang besar dan hirarki yang berlapis tersebut, rumah Adat Balai Padang memiliki dimensi yang besar dan dalam. Meskipun demikian, rumah Adat Balai Padang hanya memiliki bukaan samping yang sangat minim berupa bukaan antara dinding dengan atap. Selain itu, rumah Adat Balai Padang tidak memiliki bukaan atas berdasarkan strategi *toplighting* yang dapat mengakomodasi kebutuhan pencahayaan buatan di ruang laras dan pematang yang

berada di tengah-tengah bangunan yang menjadi pusat kegiatan antar keluarga terkait dimensi bangunan yang besar dan dalam.

Pada daerah beriklim tropis, terdapat 2 faktor yang mempengaruhi cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan yaitu bukaan dan pembayangan (Koenigsberger dkk, 1973). Bukaan secara lebih detail dapat dikategorikan dalam 2 strategi yaitu *Toplighting* dan *Sidelighting* (Lechner, 2009). *Sidelighting* merupakan strategi yang dilakukan pada umumnya untuk memasukkan cahaya alami dari sisi samping atau dinding bangunan jika memiliki dimensi ruang yang tidak terlalu besar. Jika ruangan memiliki dimensi yang besar dan memiliki kedalaman tertentu, maka *toplighting* dapat digunakan agar dapat mengakomodasi kebutuhan cahaya di area yang tidak dapat dijangkau oleh *sidelighting*.

Penelitian terkait strategi pencahayaan *toplighting* dan *sidelighting* sudah banyak dilakukan pada bangunan di iklim tropis. Penelitian terkait strategi *sidelighting* pernah dilakukan oleh Erwindi (2006) terkait Perletakan bukaan dan penggunaan material terhadap distribusi pencahayaan alam pada rumah tradisional Bubungan Tinggi dan Gadang, penelitian yang dilakukan oleh Darmawan (2013) terkait luasan jendela terhadap kuantitas pencahayaan alami di dalam ruangan pada RSS dan RS di Surabaya dan penelitian yang dilakukan oleh Syam dkk (2013) terkait jenis, dimensi dan posisi bukaan terhadap nilai Daylight factor dalam suatu ruangan pada Wisma Kuwera di Yogyakarta. Ketiga penelitian tersebut memiliki karakteristik dimensi ruangan yang tidak terlalu besar.

Penelitian terkait strategi *sidelighting* dikombinasikan dengan *toplighting* untuk ruang yang besar dan dalam dilakukan oleh Eka Susanti (2015) terkait bukaan pada selubung bangunan yaitu jendela, pintu dan rumbak tahansengan terhadap kuantitas dan distribusi pencahayaan alami pada rumah tradisional Betang di Kalimantan Tengah dan oleh Alrikagusti dkk (2012) terkait jenis, dimensi dan posisi skylight terhadap Intensitas dan distribusi pencahayaan alami rumah tradisional Limas. Tetapi pada ke lima penelitian yang dilakukan tersebut bukaan yang diteliti berupa jendela dan lubang angin. Sementara pada rumah Adat Balai Padang tidak memiliki bukaan berupa jendela, tetapi memiliki bukaan yang khas berupa bukaan antara dinding dan atap dengan karakteristik memanjang dari ujung ke ujung dinding serta memiliki posisi yang tinggi berhimpitan dengan

overhang. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk melengkapi penelitian terdahulu terkait kajian pengaruh bukaan terhadap pencahayaan alami di dalam bangunan melihat rumah Adat Balai Padang memiliki bukaan yang khas.

Permasalahan terkait pada bukaan rumah Adat Balai Padang terdapat pada luas dan posisi bukaan jika ditinjau dari penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh Urasa (1998) merekomendasikan luas minimum bukaan adalah 20%, sementara rumah Adat Balai Padang memiliki bukaan yang sangat minim kurang dari 10% berdasarkan pengukuran di lapangan. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Wirawan (2007) merekomendasikan posisi bukaan memiliki batas atas antara 2,7 hingga 3 m sementara batas bawah tidak boleh lebih rendah dari 0,75 m (bidang kerja), tetapi posisi ketinggian ambang bawah bukaan rumah Adat Balai Padang 1,7m jauh dari bidang kerja berdasarkan pengukuran di lapangan. Sehingga ada kemungkinan bukaan yang khas pada rumah Adat Balai Padang tidak dapat mengakomodasi kebutuhan pencahayaan alami untuk beraktivitas sesuai standart di dalam bangunan pada masa kini.



Gambar 1.2. Konfigurasi ruang Adat Balai Padang (kiri) dan kondisi bukaan (kanan) (Balai Penelitian, 2015)

Pada masa lalu, terdapat 2 fungsi rumah Adat Balai Padang yaitu sebagai rumah tinggal sehari-hari dan upacara adat tahunan. Bentuk Rumah Adat Balai Padang yang besar pada awalnya bertujuan untuk mengakomodasi kebutuhan ruang karena dihuni oleh beberapa keluarga dari suku Dayak Meratus yang bermata pencaharian bertani dengan sistem *berhuma* yaitu menanam dengan ladang berpindah. Ladang yang ditanami berjarak cukup jauh dari Balai dan memakan waktu berjalan kurang lebih 1 jam, sehingga setiap hari penduduk bekerja di ladang dari pukul 07.00 hingga pukul 17.00. (Muchamad, 2007). Aktivitas bertani yang dilakukan di ladang antara pagi hari hingga sore hari

memberikan dampak desain yaitu tidak banyak membutuhkan bukaan untuk pencahayaan alami karena pada pagi hingga sore hari tidak terjadi banyak aktivitas di dalam rumah. Meskipun demikian, sebagian kecil ibu-ibu dan anak-anak yang tidak bertani dan beraktivitas di dalam rumah Adat Balai Padang mendapatkan pencahayaan yang cukup dari bukaan antara dinding dengan atap, pintu dan celah-celah kecil pada dinding dan lantai. Pada masa lalu, rumah Adat Balai Padang menggunakan material dinding dan lantai dari bambu yang dalam pemasangannya terdapat jarak sehingga memungkinkan cahaya masuk di seluruh lantai dan dinding pada ruang bilik, laras dan pematang. Namun pada masa kini, celah-celah kecil pada dinding dan lantai tidak dapat dijumpai lagi karena sudah diganti dengan papan kayu yang dipasang rapat sehingga tidak memungkinkan cahaya dapat masuk ke dalam ruangan.

Pada masa kini, fungsi rumah Adat Balai Padang hanya sebagai upacara adat tahunan yang dilaksanakan pada malam hari dan tidak difungsikan sebagai rumah tinggal karena terdapat kerusakan material lantai berupa kayu yang rapuh pada ruang Bilik sebagai ruang tidur keluarga. Suku Dayak Bukit yang awalnya menghuni rumah Adat Balai Padang kini membangun rumah di sekitar rumah Adat Balai Padang hingga saat ini berjumlah 52 rumah tinggal yang memiliki desain yang berbeda dengan rumah Adat Balai Padang. Selain itu, terdapat perubahan pola aktivitas pada masyarakat berupa aktivitas pada pagi hingga sore hari tidak hanya dilakukan di luar ruangan, tetapi juga dilakukan di dalam ruangan. Perubahan pola aktivitas penghuni masa kini antara lain tidak semua keluarga pergi ke ladang karena jumlah keluarga semakin banyak, anak-anak sudah banyak yang bersekolah dan tidak membantu di ladang sepulang sekolah tetapi mengerjakan tugas di rumah dan masyarakat Dayak Bukit tidak hanya +bertani pada ladang yang jauh sekitar 1-2 km tetapi juga banyak mata pencaharian selain berladang yang dapat dikerjakan di rumah seperti memecah kemiri, berdagang, berkebun, membuat ladang kecil di dekat Balai, berternak dan membuat kolam ikan/tambak di sekitar rumah.

Berdasarkan perubahan pola aktivitas penghuni rumah Balai pada masa lalu dan masa kini, timbul suatu fenomena dimana fungsi rumah Adat Balai Padang pada awalnya berdasarkan aktivitas masa lalu sebagai rumah tinggal yaitu

penghuni banyak beraktivitas di luar rumah pada pagi hingga sore hari harus menyesuaikan pola aktivitas masyarakat Dayak Bukit masa kini yang menuntut banyak melakukan aktivitas di dalam rumah. Bentuk yang besar dan dalam serta bukaan rumah Balai yang minim tidak mengalami perubahan, padahal bentuk dan bukaan tersebut merupakan penyesuaian dengan aktivitas masa lalu penghuni pada pagi hingga sore hari yang berada di luar ruangan sehingga dampak dari permasalahan pencahayaan alami yaitu kurangnya pencahayaan di dalam ruangan dari pagi hingga sore hari tidak terlalu dirasakan oleh penghuni. Pada masa kini terdapat kemungkinan berdasarkan pola aktivitas yang ada, penghuni juga melakukan banyak aktivitas di dalam ruangan pada pagi hingga sore hari. Tetapi kondisi di dalam bangunan menunjukkan bahwa cahaya alami dari luar tidak dapat masuk secara maksimal karena kondisi yang cukup gelap berdasarkan hasil pengamatan di lapangan. Bentuk dan bukaan rumah Adat Balai Padang yang tidak terlalu banyak berubah memerlukan tinjauan ulang agar dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan di dalam ruangan sesuai aktivitas penghuni masa kini, sehingga penghuni dapat mencapai kenyamanan dalam melakukan aktivitas.

## **1.2 Permasalahan Penelitian**

Pada masa kini, rumah Adat Balai Padang hanya digunakan sebagai tempat upacara adat tahunan dan tidak difungsikan sebagai rumah tinggal. Rumah Adat Balai Padang hanya difungsikan sebagai rumah tinggal pada saat upacara adat. Meskipun demikian menurut ketua Adat setempat, terdapat potensi rumah Adat Balai Padang ditempati kembali oleh masyarakat jika sudah diperbaiki. Pola aktivitas masyarakat pada ke 52 rumah juga akan dilakukan pada rumah Adat Balai Padang jika nantinya rumah Adat Balai Padang dihuni kembali. Ruang Laras sebagai ruang tamu dan keluarga akan terdapat aktivitas Bapak dan Ibu yang saat ini bekerja di teras dan ruang tamu atau ruang keluarga. Sedangkan ruang Bilik sebagai ruang tidur akan terdapat aktivitas anak-anak yang pulang sekolah dan melakukan aktivitas seperti mengerjakan tugas atau bermain.

Oleh karena itu, perlu dilakukan peninjauan apakah luasan dan ketinggian bukaan berupa bukaan antara dinding dengan atap yang menjadi karakteristik bukaan pada bangunan ini dapat mengakomodasi kebutuhan pencahayaan alami



penghuni di dalam ruangan sesuai aktivitas masa kini jika nantinya rumah Adat Balai Padang dihuni oleh masyarakat suku Dayak Bukit sebagai rumah tinggal. Berdasarkan permasalahan tersebut maka pertanyaan yang akan diajukan adalah :

1. Bagaimana kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang ?
2. Bagaimana pengaruh luas dan posisi bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan diatas, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk :

1. Mengidentifikasi kinerja pencahayaan alami dan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang.
2. Menghasilkan kajian dan konsep desain terkait pengaruh luas dan posisi bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami rumah Adat Balai Padang sesuai aktivitas penghuni masa kini.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dalam pengembangan ilmu pengetahuan (teoritis) maupun dalam aplikasi penelitian oleh berbagai pihak (praktis). Manfaat teoritis yang ingin dicapai bagi civitas akademik antara lain :

1. Melengkapi kajian pada penelitian terdahulu terkait kinerja pencahayaan alami pada rumah tinggal daerah tropis lembab sebagai salah satu konsep pasif untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan dan efisiensi energi.
2. Menambah khasanah terkait pengaruh luas dan posisi bukaan terhadap kuantitas dan distribusi pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang maupun bangunan sejenis di daerah iklim tropis lembab.

Manfaat praktis yang ingin dicapai bagi masyarakat setempat, arsitek, perencana lighting maupun pemerintah antara lain :

1. Dapat digunakan sebagai acuan dan pertimbangan dalam mendesain kembali rumah Adat Balai Padang jika digunakan untuk aktivitas masa kini.

2. Dapat digunakan sebagai masukan terkait penanganan kebutuhan pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang maupun bangunan sejenis di daerah iklim tropis lembab.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian ditentukan agar pembahasan penelitian yang akan dilakukan nantinya tidak melebar dan melakukan pembahasan-pembahasan diluar konteks yang telah ditentukan. Batasan penelitian ini adalah :

1. Obyek penelitian adalah rumah Adat Balai Padang pada masa kini yang memiliki karakteistik bentuk yang besar dan dalam, tetapi hanya memiliki bukaan yang minim di dinding yaitu berupa bukaan antara atap dengan dinding
2. Terdapat penyederhanaan pada bukaan yang dikaji dan disimulasi, yaitu tidak memperhatikan porositas pada dinding dan lantai.
3. Pemilihan ruang yang akan dikaji berdasarkan karakteristik ruangan yang berbeda dan pola aktivitas penghuni di sekitar rumah Adat Balai Padang karena saat ini sudah tidak dihuni.
4. Waktu pengukuran lapangan hanya dilakukan pada musim kemarau di bulan Agustus serta tidak dilakukan sepanjang tahun. Waktu simulasi penelitian hanya dilakukan pukul 12.00 terkait aktivitas paling banyak dilakukan pada siang hari.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencahayaan Alami**

Terdapat 2 pandangan utama terkait definisi dan ruang lingkup pencahayaan alami yaitu oleh Ander (1995) di dalam buku *Daylighting Performance and Design* dan Krishan (2001) di dalam buku *Climate Responsive Architecture : A Design Handbook for Energy Efficient Building*. Kajian terhadap definisi pencahayaan alami ini penting untuk merumuskan ruang lingkup pencahayaan alami pada penelitian ini.

Menurut Ander (1995), pencahayaan alami adalah salah satu metode pasif pemanfaatan sinar matahari untuk pencahayaan bangunan terutama pada saat siang hari. Makna fisik dari cahaya alami adalah radiasi dalam rentang panjang gelombang antara 0.4 – 0.7 micron. Sedangkan menurut Krishan (2001), pencahayaan alami merupakan teknologi dinamis yang mempertimbangkan beban panas, kesilauan, variasi dari ketersediaan cahaya dan penetrasi cahaya matahari kedalam bangunan. Alasan pemanfaatan cahaya siang hari adalah “*Luminous Efficacy*” yaitu kegunaan cahaya visibel dalam hubungan dengan total energi dari radiasi dan ketersediaannya tidak terbatas. Sehingga pencahayaan alami memiliki manfaat yaitu dapat mengurangi konsumsi energi bangunan secara menyeluruh termasuk mengurangi penggunaan energi untuk beban pendinginan akibat panas yang ditimbulkan pencahayaan buatan.

Pada penelitian ini, definisi pencahayaan alami lebih mengarah kepada Ander terkait dengan tujuan penelitian yang diharapkan. Pencahayaan alami menurut Ander lebih menekankan kepada fungsi cahaya alami untuk memenuhi kebutuhan aktivitas, sedangkan menurut Krishan lebih menekankan kepada fungsi cahaya alami untuk mengurangi konsumsi energi pada bangunan dan meminimalkan beban panas yang diterima. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh desain bangunan terhadap pemenuhan pencahayaan alami di dalam ruangan untuk beraktivitas dan tidak sampai menganalisa terkait

beban panas yang masuk ke dalam ruangan akibat cahaya alami yang masuk serta tidak sampai menganalisa terkait upaya meminimalkan konsumsi energi untuk pencahayaan buatan maupun pendinginan buatan. Hal ini dikarenakan rumah Adat Balai Padang yang dikaji tidak menggunakan pencahayaan buatan berupa lampu dan pendinginan buatan berupa kipas atau AC di dalam ruangan.

Meskipun definisi pencahayaan alami menurut Krishan lebih detail, tetapi tidak sesuai dengan tujuan penelitian yang hanya mengkaji kuantitas dan distribusi pencahayaan alami tanpa menganalisa beban panas dan upaya meminimalkan konsumsi energi. Sehingga definisi pencahayaan alami menurut Ander lebih sesuai untuk konteks penelitian ini dibandingkan definisi menurut Krishan. Ruang lingkup pencahayaan alami menurut Ander diperjelas dengan tujuan pencahayaan alami, sumber dan kondisi langit pencahayaan alami, strategi pencahayaan alami pada bangunan disesuaikan dengan kondisi pada rumah Adat Balai Padang serta kajian terkait pemenuhan terhadap kenyamanan pencahayaan alami sesuai aktivitas pada tiap ruang.

### **2.1.1 Tujuan Pencahayaan Alami**

Menurut Lechner (2009), pencahayaan alami memiliki 2 tujuan, yaitu secara kuantitatif dan kualitatif.

#### **a. Kuantitatif**

Tujuan pencahayaan alami secara kuantitatif adalah untuk mengumpulkan cahaya yang cukup untuk mendukung performa visual dan untuk meminimalkan penggunaan pencahayaan buatan sesuai dengan kebutuhan aktivitas tertentu. Tujuan secara kuantitatif dapat ditinjau melalui nilai iluminasi dan nilai daylight factor sesuai dengan standar yang ada beserta distribusi atau keseragamannya.

#### **b. Kualitatif**

Tujuan pencahayaan alami secara kualitatif adalah untuk :

##### **1. Meminimalkan kesilauan**

Silau merupakan kondisi dimana terdapat kontras kecerlangan yang berlebihan pada area pandang. Kontras yang berlebihan antara latar depan

dan latar belakang dapat mengurangi visibilitas terutama dalam melihat detail obyek di dalam ruangan.

2. Meminimalkan refleksi terselubung

Refleksi terselubung merupakan suatu kondisi ketika cahaya mengenai permukaan bidang kerja pada sudut cermin, kemudian cahaya dipantulkan kembali dari bidang kerja ke mata. Akibat kondisi ini terjadi pengurangan kontras antara bidang kerja dan sekelilingnya yang menyebabkan kemampuan melihat jadi berkurang (Evans, 1981).

3. Menghindari rasio kecerlangan yang berlebihan

Pada bukaan samping seperti jendela memiliki kelemahan yaitu sering terjadi rasio kecerlangan yang berlebih pada area yang dekat dengan jendela dan semakin menurun sesuai dengan jarak yang semakin menjauh dari jendela. Hal ini harus dihindari agar pencahayaan alami dapat tersebar merata kedalam ruangan.

4. Mendistribusikan cahaya kedalam ruangan secara menyeluruh

Tujuan pencahayaan alami adalah untuk mencegah rasio kualitas terang cahaya berlebihan pada bidang kerja dan mendistribusikan cahaya alami secara merata di dalam ruangan.

Kinerja pencahayaan alami pada penelitian ini yang ingin ditinjau difokuskan pada tujuan pencahayaan alami secara kuantitatif yang nantinya ditinjau berdasarkan nilai iluminasi, daylight factor beserta distribusi dan keseragamannya pada ruangan rumah Adat Balai Padang yang terdapat aktivitas terkait dengan standar. Alasan pemilihan kinerja pencahayaan alami secara kuantitatif adalah untuk mengidentifikasi apakah bukaan pada rumah Balai dapat mengakomodasi kebutuhan pencahayaan sesuai aktivitas penghuni pada masa kini yang lebih banyak beraktivitas di dalam ruangan dari pagi hingga sore hari dibandingkan dengan aktivitas penghuni masa lalu yang banyak beraktivitas di luar ruangan dari pagi hingga sore hari.

### **2.1.2 Sumber Pencahayaan Alami**

Pencahayaan alami yang akan digunakan pada rumah Balai sangat dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya alami sebagai sumbernya. Sumber Cahaya

Alami yang utama berasal dari sinar matahari. Ketika mencapai bumi, cahaya matahari ini dapat dibedakan menjadi 3 (Egan dan Olgyay, 2002), yaitu :

- Cahaya alami (*Daylight*)  
Merupakan cahaya yang terdisfusi melalui awan atau langit yang berawan sehingga memiliki tingkat kecerlangan yang rendah.
- Cahaya matahari (*Sunlight*)  
Merupakan pancaran cahaya matahari langsung melalui langit cerah atau berawan sehingga memiliki tingkat kecerlangan yang kuat.
- Cahaya Pantul (*Reflected light*)  
Merupakan cahaya yang berasal dari pantulan cahaya melalui permukaan alami atau buatan manusia. Keberadaan bangunan atau objek lain diluar ruangan turut meningkatkan pencahayaan, cahaya yang dipantulkan dari tanah akan meningkat saat posisi matahari tinggi (Lam, 1986).

### 2.1.3 Kondisi Langit

Kondisi langit yang menggambarkan tingkat iluminasi sebagai sumber cahaya yang masuk ke dalam bangunan dibagi menjadi 3 (Ander. 1995), yaitu :

- Clear Sky  
*Clear sky* adalah kondisi dimana kubah langit tidak lebih dari 30% yang terhalang awan dengan kondisi langit paling terang dibandingkan yang lainnya dengan cahaya lebih terang di horizon daripada di zenith. Memiliki tingkat cahaya alami yang tinggi karena mayoritas cahaya langit berupa *sunlight* (cahaya matahari langsung) dengan nilai 5000-12000 *footcandle* (Evans, 1981). Pada literatur lain di iklim tropis sesuai dengan konteks lokasi penelitian ini, Kondisi *clear sky* dapat mencapai 100 klux atau 100.000 lux (Mangunwijaya, 1980). Hal ini terjadi pada musim panas dengan sumber cahaya *direct sunlight* yang dapat menimbulkan *glare* yang mengganggu kenyamanan visual (McMullan, 2007).
- Cloudy Sky  
Kondisi langit paling redup dengan 30-80% langit tertutup awan. Variasi luminasi suatu area dapat berubah dengan cepat karena pergerakan awan.

- **Overcast Sky**

*Overcast sky* adalah kondisi langit dimana hampir keseluruhan kubah langit tertutupi oleh awan (Evans, 1981). *Overcast sky* secara umum mengalami perubahan yang paling lambat daripada tipe lainnya. *Overcast Sky* merupakan kondisi langit pada umumnya, bersifat seragam dengan cahaya lebih kuat tiga kali lebih terang di zenith (titik di angkasa yang berada langsung di atas kepala pengamat) daripada horizon. Tingkat iluminasi 2000-5000 *footcandle* dan bervariasi tergantung dari tingkat kepadatan awan dan ketinggian matahari (Lam, 1986). Kuat pencahayaan yang dihasilkan oleh kondisi langit *overcast* dapat mencapai 5000-20.000 lux, rendah namun kuantitasnya sepuluh kali lebih besar dari jumlah lux yang dibutuhkan dalam ruangan (Lechner, 2009). Bangunan pada penelitian ini berada pada daerah beriklim tropis lembab yang secara umum memiliki kondisi langit *overcast* hampir berawan sepanjang tahun dengan cloud cover bervariasi antara 60-90% dengan nilai iluminasi langit mencapai 10.000 lux (Mangunwijaya, 1980).

## **2.2 Pencahayaan Alami pada Iklim Tropis**

### **2.2.1 Pola Pergerakan Matahari**

Posisi matahari mempengaruhi lamanya penyinaran dan besarnya pencahayaan alami yang diterima bangunan baik dalam skala harian maupun tahunan. Posisi matahari dibedakan menjadi 4, yaitu *Spring Equinox*, *Autumn Equinox*, *Summer Solstice* dan *Winter Solstice*. Pada 21 Maret sampai 23 September matahari berada di sebelah utara katulistiwa dengan puncak sudut deklinasi  $23,5^{\circ}$  LU pada 21 Juni, sedangkan pada 23 September sampai 21 Maret berada di sebelah Selatan katulistiwa dengan puncak sudut deklinasi  $23,5^{\circ}$  LS pada 22 Desember (Lechner, 2001). Pengukuran pencahayaan alami di lapangan dilakukan pada bulan Agustus, sehingga posisi matahari condong berada di Utara. Hal ini mengakibatkan sisi Utara pada bangunan mendapatkan paparan radiasi matahari dengan intensitas cahaya matahari lebih besar dibandingkan dengan sisi lainnya.

### **2.2.2 Karakter Iklim di Kalimantan Selatan**

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan Nomor 15 Tahun 2006, karakter iklim Kalimantan Selatan (Muchamad, 2007) antara lain :

- Secara geografis terletak antara  $114^{\circ}20'49,2''$  –  $116^{\circ}32'43,4''$  Bujur Timur dan  $1^{\circ}21'47,88''$  –  $4^{\circ}56'31,56''$  Lintang Selatan.
- Temperatur udara maksimum  $35,2^{\circ}\text{C}$  dan minimum  $19,5^{\circ}\text{C}$ .
- Kelembaban udara rata-rata antara 74-91%.
- Panjang penyinaran matahari rata-rata 36-91%.
- Januari-Februari bertiup angin Barat dan Juli-September bertiup angin tenggara.

Panjang penyinaran matahari pada lokasi penelitian sangat tinggi hingga mencapai 90%. Hal ini ditunjang dengan lokasi penelitian yang berada di pulau Kalimantan yang dilalui garis katulistiwa sehingga memiliki intensitas yang tinggi dengan waktu penyinaran yang panjang dan hampir merata sepanjang tahun. Oleh karena itu, sumber cahaya alami sangat melimpah yang dapat digunakan dalam pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang.

### **2.2.3 Bukaannya Sebagai Strategi Pencahayaan Alami**

Pada iklim tropis lembab, bangunan memiliki 2 elemen arsitektur dalam mendapatkan pencahayaan alami secara baik dan maksimal (Koenigsberger dkk, 1973), yaitu bukaan dan pembayangan.

#### **a. Bukaannya**

Bukaan pada iklim tropis lembab didesain tidak terlalu besar karena tingkat iluminasi pencahayaan alami tinggi dengan sumber yang melimpah. Ukuran jendela yang tidak terlalu besar juga merupakan integrasi untuk menghindari panas yang masuk ke dalam bangunan. Jendela juga dirancang dengan mempertimbangkan orientasi yang tepat untuk memaksimalkan pergerakan udara dalam mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan.

#### **b. Pembayangan**

Bangunan pada iklim tropis memiliki pembayangan berupa elemen di



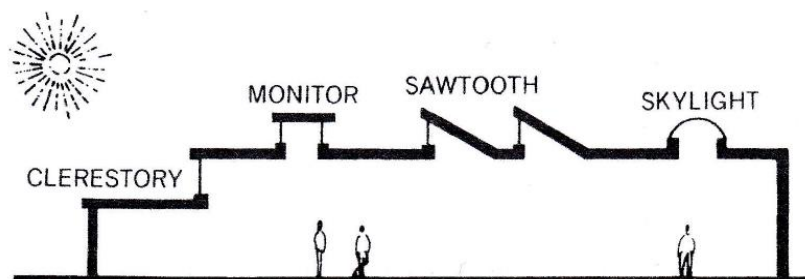
dalam bangunan maupun elemen di luar bangunan. Elemen di dalam bangunan meliputi overhang atap yang lebar atau terdapat *veranda* pada bangunan. Elemen di luar bangunan meliputi penghalang yang dapat memberikan pembayangan yaitu pohon dan bangunan lain.

Penelitian ini difokuskan pada pembahasan strategi pencahayaan alami pada iklim tropis yaitu bukaan pada rumah Balai. Menurut Lechner (2009), terdapat 2 jenis strategi berdasarkan penempatan bukaan yaitu *toplighting* dan *sidelighting*.

#### a. *Toplighting*

Toplighting merupakan metode memasukkan cahaya alami melalui atap bangunan. Skylight merupakan teknik sederhana dalam menerapkan metode toplighting dan merupakan metode yang paling efektif untuk pencahayaan alami, namun kekurangannya adalah heat gain akibat radiasi matahari juga masuk ke dalam bangunan.. Strategi ini efektif pada bangunan 1 lantai dan bagian teratas bangunan tinggi. Teknik toplighting lain yang dapat mengatasi hal ini adalah roof monitor.

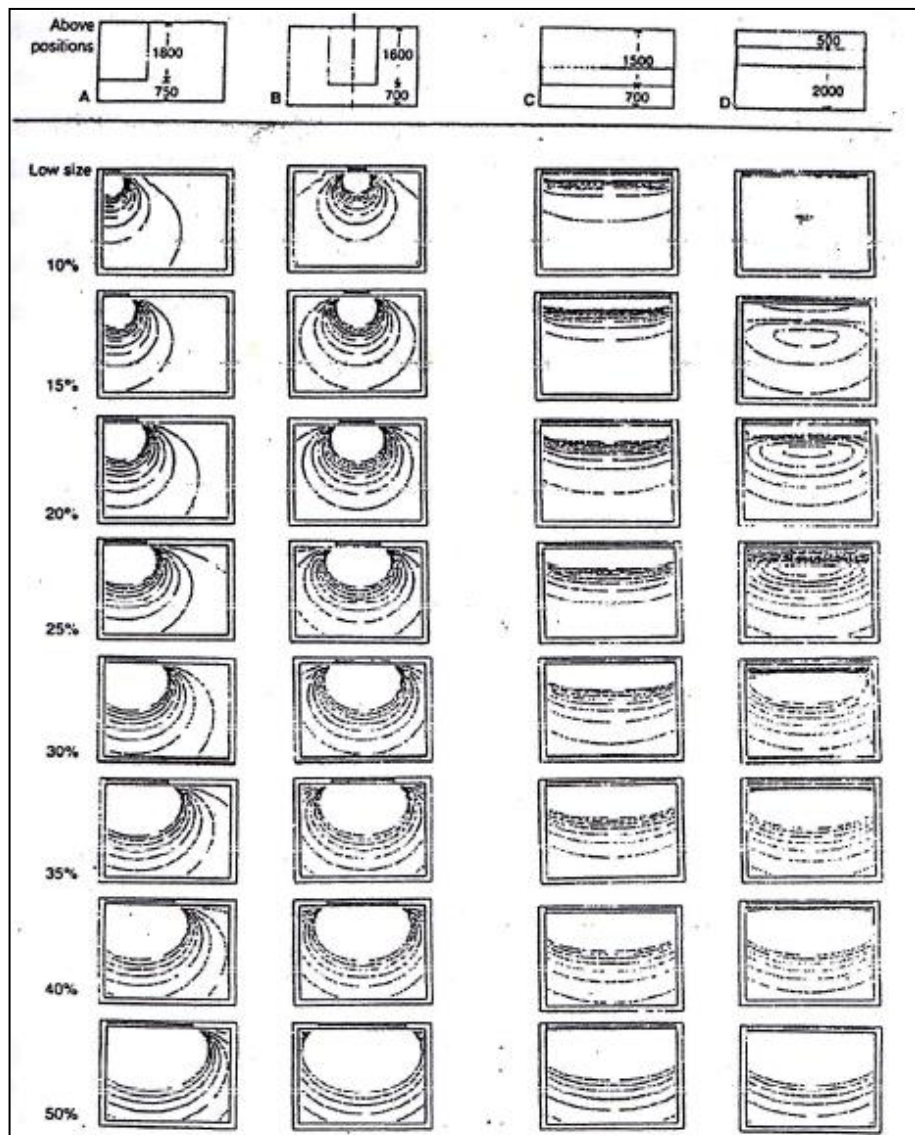
Berbagai kemungkinan bukaan atap seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Kemungkinan bukaan atap pada bangunan (Lechner, 2009)

#### b. *Sidelighting*

Merupakan strategi memasukkan cahaya alami pada sisi samping Bangunan melalui bukaan yang paling umum adalah jendela. Menurut Szokolay (1998) di dalam buku *Introduction to Architectural Science* yang merupakan teori utama yang digunakan pada penelitian ini, terdapat 3 faktor dari bukaan yang mempengaruhi kinerja pencahayaan alami yaitu luas, bentuk dan posisi bukaan. Bukaan pada rumah Adat Balali Padang memiliki bentuk yang khas yaitu memanjang dari ujung ke ujung dinding, sehingga kajian terkait faktor dari bukaan lebih difokuskan kepada luas dan posisi bukaan karena bentuk bukaan dianggap tetap.



Gambar 2.2. Cakupan distribusi cahaya alami berdasarkan luas dan posisi bukaan  
( Szokolay, 2004)

Gambar 2.2 diatas menunjukkan pengaruh luas bukaan (gambar kiri) dan posisi bukaan (gambar kanan) terhadap kinerja pencahayaan alami.

#### 1. Luas Bukaan

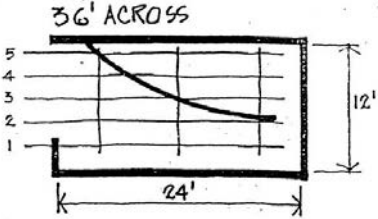
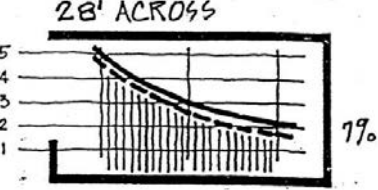

Luas bukaan menentukan persebaran pencahayaan alami yang masuk ke dalam suatu ruangan. semakin besar luas bukaan maka cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan semakin besar dan semakin merata.

Luas bukaan dipengaruhi oleh dimensi tinggi dan lebar bukaan. Bukaan horizontal lebih efektif untuk memasukkan cahaya alami dibandingkan dengan bukaan vertikal dalam 1 luasan yang sama (Indrani, 2008).

Bentuk bukaan horizontal (gambar kanan) menunjukkan penetrasi cahaya yang lebih baik jika dibandingkan dengan bukaan vertikal (gambar kiri). Rumah Adat Balai Padang memiliki tipe bukaan seperti pada gambar kanan yaitu bentuk bukaan horizontal memanjang dari ujung ke ujung dinding.

Lebar bukaan berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruang. Dengan diperkecilnya lebar jendela mengakibatkan nilai intensitas cahaya pada dinding belakang berkurang. Lebar bukaan menentukan penyebaran kearah samping dari cahaya alami. Efek dari ukuran, bentuk dan posisi dari *sidelighting* terhadap cakupan distribusi cahaya dalam ruang ditunjukkan oleh Gambar 2.3, dimana setiap varian yang diteliti dengan ukuran 10-50% dari area dinding.

Hubungan perubahan luas bukaan dengan perubahan nilai iluminasi ditunjukkan pada gambar 2.4. Mengurangi luas bukaan sebesar 10% dapat menurunkan nilai iluminasi mencapai 7% dan mengurangi luas bukaan sebesar 20% dapat menurunkan nilai iluminasi mencapai 25%. Hal ini juga berlaku sebaliknya jika luas bukaan diperbesar.

Kondisi bukaan	Keterangan
	<b>PENGARUH LUAS BUKAAN</b>  Kondisi ruang awal dengan lebar 24 ft dan ketinggian 12 ft, Lebar bukaan 36 ft
	Lebar bukaan dikurangi menjadi 28 ft dari kondisi awal, iluminan berkurang 7%
	Lebar bukaan dikurangi menjadi 20 ft dari kondisi awal, iluminan berkurang 25%

Gambar 2.3. Pengaruh luas bukaan terhadap iluminan ruang (Evans, 1981)

Menurut Dirjen Cipta Karya Umum (1987), disebutkan bahwa standar minimal lubang cahaya untuk ruang-ruang kegiatan sehari-hari adalah  $1/8-1/10$  atau sekitar 10-12,5% luas lantai. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Urusa (1998), bangunan di daerah tropis lembab direkomendasikan memiliki luasan bukaan pada kulit bangunan berkisar antara 10-20% dari luas lantai bangunan yang memiliki nilai lebih tinggi daripada nilai yang ditetapkan Dirjen Cipta Karya Umum. Penelitian diatas merupakan rasio luas bukaan terhadap luas lantai. Pada ruang yang memiliki dimensi yang besar dengan luas lantai yang besar dibandingkan dengan luas dinding, penentuan luas bukaan pada umumnya menggunakan rasio luas bukaan dengan luas dinding (WWR). Bangunan rumah tinggal direkomendasikan memiliki WWR 20% (Urusa, 1998), sedangkan untuk bangunan hemat energy direkomendasikan memiliki WWR 30% (Prianto dkk, 2000). Kondisi tersebut berlaku pada bangunan dengan kepadatan tidak terlalu tinggi. Jika berada pada kepadatan yang tinggi atau berhimpitan dengan bangunan di samping dan belakang, maka WWR yang direkomendasikan adalah 20-50% (Indrani, 2008).

## 2. Posisi Bukaan

Posisi bukaan menentukan jangkauan cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan. Semakin tinggi posisi bukaan diletakkan, maka akan semakin dalam cahaya masuk ke dalam ruang. Posisi bukaan menentukan kedalaman dari penetrasi cahaya alami. Sama halnya dengan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981) bahwa semakin tinggi ukuran dari jendela dan semakin tinggi peletakan dari bukaan, maka semakin banyak cahaya alami yang dapat masuk kedalam ruangan. Posisi bukaan yang mendekati langit-langit memiliki potensi cahaya akan terefleksikan melalui plafon kedalam ruangan lebih optimal. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3 kanan. Bukaan pada posisi lebih tinggi dengan ketinggian 2 meter dapat menjangkau cahaya alami lebih jauh di dalam ruangan dibandingkan dengan bukaan pada

posisi lebih rendah dengan ketinggian pada bidang kerja 0,75 meter. Sehingga jika posisi bukaan semakin dinaikkan maka kinerja pencahayaan alami di dalam ruangan akan semakin baik dengan cahaya alami dapat menjangkau area yang lebih dalam. Namun, hal tersebut hanya berlaku pada kondisi bukaan yang tidak terdapat overhang. Jika terdapat overhang, maka posisi bukaan yang berada diatas harus diperhitungkan apakah tertutup dan terbayangi oleh overhang sehingga dapat meminimalkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan.

Menurut Lawrence Berkeley National Laboratory (1997), pada umumnya cahaya alami bisa menjangkau 1,5x dari ketinggian jendela. Tetapi dengan meninggikan jendela dapat menjangkau hingga 2,5x tinggi jendela.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Wirawan (2007) menunjukkan posisi bukaan yang dapat mencapai pencahayaan alami terbaik jika memiliki ambang atas mencapai 2,7m hingga 3m dari permukaan lantai. Bagian terbawah dari bukaan sebaiknya memiliki ketinggian tidak lebih dari 0,75m dari lantai dengan pertimbangan bidang kerja setinggi 0,75m, karena jika lebih rendah dari itu akan tidak efektif. Lebar bukaan efektif yang direkomendasikan sebaiknya lebih besar dari 40% lebar dinding. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008) yang juga merekomendasikan ambang bawah bukaan berada pada bidang kerja yaitu setinggi 75cm dari atas lantai.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Susanti (2014) terkait kinerja pencahayaan alami pada rumah Tradisional Betang di Kalimantan Tengah dimana lokasi obyek yang tidak jauh berbeda dengan Balai Padang menunjukkan penambahan luasan bukaan dapat meningkatkan iluminan dan DF ruang sebesar 10% dan 14%, namun nilai keseragaman iluminan yang dihasilkan tidak terlalu tinggi. Penambahan ketinggian dapat meningkatkan nilai DF sebesar 13%. Rasio keseragaman pencahayaan dari penambahan ketinggian bukaan lebih besar, namun iluminan yang dihasilkan lebih rendah 0.3%. Pengaplikasian *rumbak tahansengan* yaitu luabang angin pada dinding bagian atas pada Rumah Betang dapat memperbaiki rasio keseragaman pencahayaan hingga 9.6% di dalam ruang.

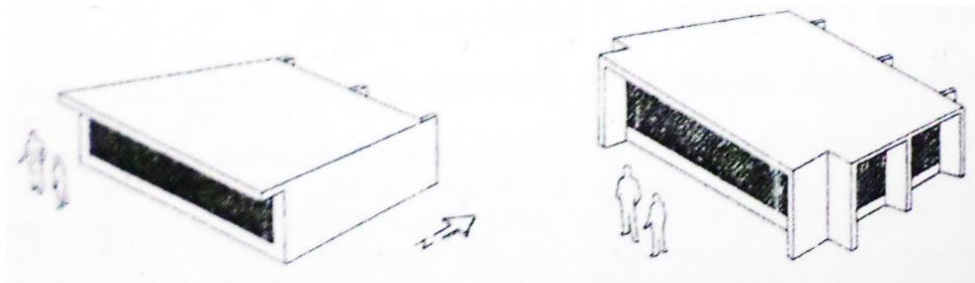
Selain faktor dari bukaan, menurut Lechner (2009) terdapat beberapa komponen *sidelighting* yang mempengaruhi cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan. Pada pembahasan ini hanya difokuskan pada overhang karena terdapat pada obyek rumah Adat Balai Padang yang diteliti.

### 1. Overhang

Berdasarkan teori posisi bukaan diatas, meningkatkan posisi bukaan lebih tinggi harus memperhatikan dimensi overhang. Meskipun menaikkan posisi bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dengan menjangkau lebih dalam, tetapi jika bukaan yang ditingkatkan secara keseluruhan tertutupi oleh overhang maka menjadi tidak efektif karena cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal.

Oleh karena itu, pada penelitian ini teori terkait posisi bukaan harus memperhatikan teori overhang karena secara keseluruhan bukaan yang ada pada rumah Adat Balai Padang tertutupi oleh overhang baik yang berdimensi pendek maupun panjang.

Menurut Evans (1981), perpanjangan overhang akan menurunkan iluminasi. Dengan memberi overhang sebesar 0,7m dapat menurunkan 8% dan dengan 2m dapat menurunkan 25%. Desain bangunan pada iklim tropis lembab memiliki overhang pada semua sisi bangunan untuk mendapatkan pembayangan seperti yang dikemukakan oleh Koenigsberger, dkk (1973). Hal ini juga dijumpai pada rumah Adat Balai Padang. Fungsi overhang atau teritisan atau sosoran dapat berfungsi sebagai pemantul dan penebuh seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Strategi pemantul dan penebuh pada *sidelighting* (Lechner, 2009)

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Prianto (2013) pada rumah tinggal, penggunaan overhang yang memiliki lebar 50cm dengan

bentuk datar dapat menurunkan 38% cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan serta bentuk miring dapat menurunkan 60% cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan sehingga ruangan menjadi semakin gelap. Terkait dengan rasio lebar overhang dengan pembayangan pada jendela didapatkan nilai 1:1,2, artinya setiap overhang yang memiliki panjang 1m dapat menghalangi cahaya alami yang masuk hingga ketinggian 1,2m dibawahnya diukur dari bawah overhang (Indrani, 2008).

2. Reflektor horizontal
3. *Lightshelves*
4. Kisi-kisi atau sirip dinding horizontal
5. Kisi-kisi atau sirip dinding vertikal

Cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan juga dipengaruhi oleh reflektansi material, bentuk dan dimensi bangunan dan obstruksi lingkungan sekitar.

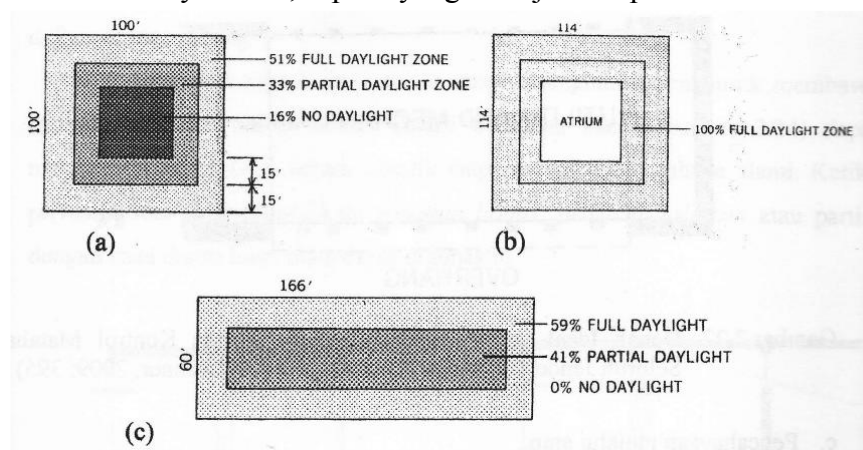
1. Reflektansi Material

Bukaan mempengaruhi banyaknya sumber cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Setelah cahaya masuk ke dalam ruangan, cahaya akan direfleksikan oleh permukaan bangunan. Menurut Lechner (2009) pengaplikasian warna-warna terang di dalam ruang dan luar ruang dapat merefleksikan lebih banyak cahaya kedalam bangunan dan lebih jauh ke dalam interior. Urutan elemen ruang yang paling mempengaruhi distribusi cahaya alami adalah plafond, dinding belakang, dinding samping, lantai dan beberapa elemen perabot. Plafond harus tetap memiliki faktor reflektansi yang paling tinggi. Lantai dan beberapa bagian perabot merupakan reflector dengan pengaruh yang lebih rendah, maka masih dapat diberi warna dengan faktor reflektansi rendah, misalnya dengan warna gelap. Pada penelitian lain yang dikemukakan oleh Evans (1988), penggunaan warna dan material dengan reflektansi rendah pada dinding menurunkan nilai iluminasi sebesar 33%, lantai 33% dan plafond 51%. Namun belum

dilakukan kombinasi terhadap dinding, lantai dan plafond. Penggunaan warna dan material yang memiliki nilai reflektansi rendah pada plafond, dinding dan lantai sekaligus tentu dapat menurunkan nilai iluminasi hingga diatas 51%.

## 2. Bentuk dan Dimensi Bangunan

Bentuk dan dimensi bangunan tidak hanya menentukan kemungkinan pembukaan vertical dan horizontal, tetapi juga seberapa banyak area yang dapat diakses cahaya alami dari pencahayaan samping. Secara umum, area pada kedalaman 4.5 meter dari keliling bangunan bertingkat dapat mengakses cahaya alami dari pencahayaan samping secara penuh (*full daylight*), area pada kedalaman 4.5meter hingga 9 meter dapat mengakses cahaya alami dari pencahayaan samping secara parsial. Perbandingan bentuk denah dengan area yang sama terhadap distribusi cahaya alami, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.

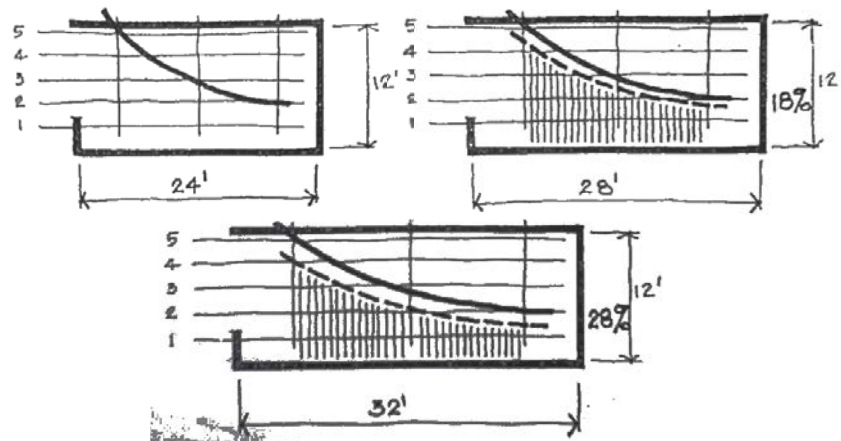


Gambar 2.5. (a) Bentuk denah persegi tanpa atrium, (b) persegi dengan atrium, (c) persegi panjang (Lechner, 2009)

- Bentuk denah persegi tanpa atrium, 16 persen tidak mendapatkan cahaya alami, 33 persen mendapat sebagian cahaya alami dan 51 persen mendapat cahaya alami keseluruhan.
- Bentuk denah persegi dengan atrium memungkinkan keseluruhan area mendapatkan cahaya alami.
- Bentuk denah persegi panjang dapat mengeliminasi area core yang tidak mendapatkan cahaya alami, namun tetap memiliki area yang luas yang menerima cahaya alami secara parsial.



Ruangan yang memiliki luasan sama dapat memiliki kinerja pencahayaan alami yang berbeda antara bentuk persegi dan persegi panjang. Kinerja pencahayaan alami yang baik ditunjukkan oleh ruangan yang memiliki bentuk persegi panjang karena 59% dari luas area mendapatkan pencahayaan alami penuh dan 41% mendapatkan pencahayaan alami sebagian. Sedangkan pada ruangan yang berbentuk kompak persegi seperti pada rumah Adat Balai Padang terdapat potensi 16% di tengah area yang tidak mendapatkan akses pencahayaan alami. Namun hal ini tergantung dari luas ruangan, semakin luas ruangan maka cahaya alami tidak dapat terdistribusikan secara merata dan terdapat perbedaan nilai iluminasi yang cukup signifikan antara area yang dekat dengan bukaan dan area yang jauh dari bukaan.



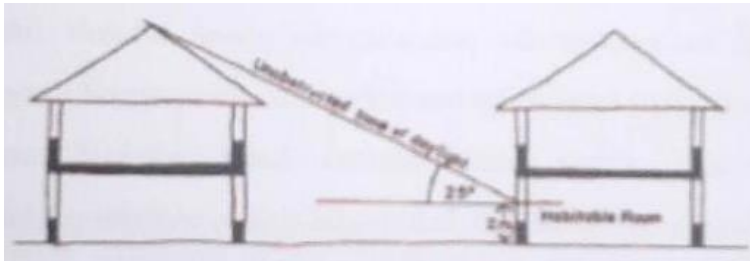
Gambar 2.6. Pengaruh kedalaman ruang dengan bukaan tetap terhadap kinerja pencahayaan alami (Evans, 1981)

Luas area juga ditentukan oleh kedalaman ruangan seperti pada gambar 2.6. ruangan yang memiliki bentuk yang sama-sama persegi atau sama-sama persegi panjang tetapi jika memiliki luas yang berbeda maka akan memiliki kedalaman ruang yang berbeda. Semakin dalam suatu ruangan maka kinerja pencahayaan alami sangat rendah ditinjau dari pada area yang dalam jauh dari bukaan memiliki nilai DF yang kecil dan secara keseluruhan terjadi penurunan rata-rata DF antara 18% hingga 28%.

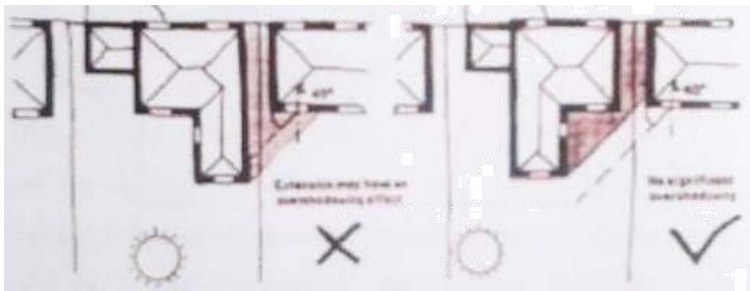
### 3. Obstruksi Lingkungan Sekitar

Obstruksi seperti pohon atau bangunan lain secara permanen dapat mengurangi jumlah cahaya alami yang masuk ke dalam bukaan (Ander,

1995). Letak obstruksi tergantung dari posisi bukaan, jarak obstruksi dari bukaan dan ketinggian obstruksi. Kondisi tersebut dapat berubah sesuai kondisi di lapangan, namun letak obstruksi yang baik harus memperhatikan sudut  $45^\circ$  secara horizontal dan sudut  $25^\circ$  secara vertikal (Littlefair, 2001).



Gambar 2.7. Sudut minimum vertikal untuk obstruksi (Littlefair, 2001)



Gambar 2.8. Sudut minimum horizontal untuk obstruksi (Littlefair, 2001)

## 2.3 Standar Kinerja Pencahayaan Alami

Tujuan pencahayaan alami secara kuantitatif adalah untuk mengumpulkan cahaya yang cukup untuk mendukung performa visual dan untuk meminimalkan penggunaan pencahayaan buatan sesuai kebutuhan aktivitas diukur berdasarkan nilai iluminasi atau DF (*Daylight Factors*). Proses pengukuran yang dilakukan harus memperhatikan titik ukur yaitu TUU dan TUS serta nilai iluminasi dan DF yang didapatkan harus memperhatikan distribusi cahaya alami dalam ruangan.

### 2.3.1 Standar Iluminasi

Menurut Szokolay (2004) di dalam buku *Introduction to Architectural Acience*, Iluminasi adalah tingkat intensitas cahaya baik yang berasal dari cahaya alami (matahari) maupun cahaya buatan (lampu). Iluminasi memiliki satuan internasional berupa candela (cd) atau lux (lx). Terdapat kategori standar iluminasi yang disesuaikan dengan fungsi ruang atau bangunan menurut IESNA (Illuminating Engineering Society of Nort America) seperti pada gambar 2.15.

Illuminance category	Ranges of illuminance maintained in service, lux (fc)	Type of activity
General illuminance throughout room:		
A	20-30-50 (2-3-5)	Public spaces with dark surroundings
B	50-75-100 (5-7.5-10)	Simple orientation for short temporary visits
C	100-150-200 (10-15-20)	Working spaces where visual tasks are only occasionally performed
Illuminance on task:		
D	200-300-500 (20-30-50)	Performance of visual tasks of high contrast or large size: reading printed material, typed originals, handwriting in ink, and good xerography; rough bench and machine work; ordinary inspection; rough assembly
E	500-750-1000 (50-75-100)	Performance of visual tasks of medium contrast or small size: reading medium pencil handwriting, poorly printed or reproduced material; medium bench and machine work; difficult inspection; medium assembly
F	1000-1500-2000 (100-150-200)	Performance of visual tasks of low contrast or very small size: reading handwriting in hard pencil on poor-quality paper and very poorly reproduced material; highly difficult inspection
Illuminance on task, obtained by a combination of general and local (supplementary) lighting:		
G	2000-3000-5000 (200-300-500)	Performance of visual tasks of low contrast and very small size over a prolonged period: fine assembly; very difficult inspection; fine bench and machine work

Gambar 2.9. Standar iluminasi berdasarkan IESNA (Egan dan Olgyay, 2002)

Dalam prakteknya, iluminasi yang disarankan tidak hanya ditentukan oleh pertimbangan diatas, tetapi juga faktor keadaan sosial ekonomi. Kepadatan penduduk dan penghasilan pengguna, tersedianya sumber daya dan prioritas negara yang ditentukan menurut hukum menyebabkan iluminasi yang disarankan di masing-masing negara dapat bervariasi (Szokolay, 1980). Sedangkan di Indonesia, standart pencahayaan alami untuk bangunan rumah tinggal di Indonesia ditetapkan melalui SNI 03-6197-2000 seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kebutuhan pencahayaan bangunan rumah tinggal

JENIS RUANG	Tingkat Pencahayaan (LUX)
Ruang tamu	120 – 150
Ruang kerja	120 – 250
Ruang makan	120 – 250
Ruang tidur	120 – 250
Dapur	250
Kamar mandi	250
Teras dan Garasi	60

Sumber : SNI 03-6197-2000

Selanjutnya, jenis ruang dan standar iluminasi disesuaikan dengan ruang-ruang yang ada pada subyek penelitian.

### 2.3.2 Standar DF (*Daylight Factor*)

Metode penghitungan kuantitas pencahayaan alami menurut Szokolay (2004) ditetapkan dengan besaran (*flux, illuminance*), dan kuantitas relatif dengan nilai DF (*Daylight Factor*). *Daylight factor* (DF) adalah rasio dari interior horizontal ke eksterior horizontal iluminan dibawah kondisi langit *overcast*, tidak terdapat penghalang pada langit dan tetap konstan (Moore, 1993). Terdapat beberapa metode dalam perhitungan DF yaitu dengan tanpa menggunakan alat ukur dan menggunakan alat ukur.

#### a. Perhitungan dengan Alat Ukur

Metode ini digunakan apabila tingkat iluminasi di dalam ruangan dan tingkat iluminasi di luar ruangan dari kubah langit diketahui salah satunya dengan menggunakan alat ukur.

Rumus untuk mencari DF (Szokolay, 2004), yaitu :

$$DF = \frac{E_i}{E_o} \times 100 \% \quad (2.1)$$

dengan :

$E_i$  = iluminasi pada *indoor*

$E_o$  = iluminasi pada *outdoor*

#### b. Perhitungan tanpa Alat

Berikut adalah metode perhitungan DF rata-rata tanpa menggunakan alat ukur yang dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu SC, IRC dan ERC (Szokolay, 2004), dengan rumus :

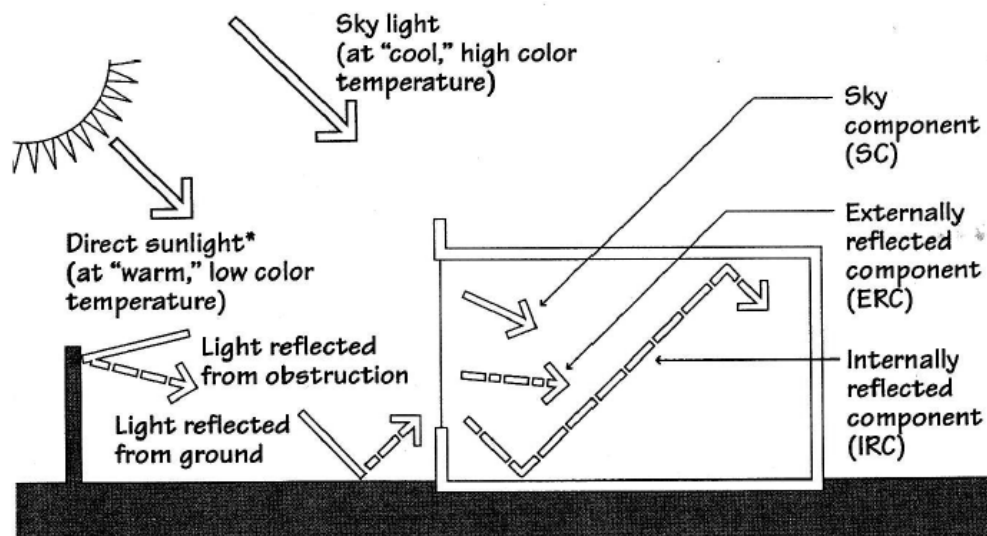
$$DF = SC + ERC + IRC \quad (2.2)$$

dengan :

SC = Sky Component

ERC = Eksternal Reflected Component

IRC = Internal Reflected Component



Gambar 2.10. Komponen *Daylight Factor* (DF) (Egan dan Olgyay, 2002)

- SC.

*Sky Component* (SC) adalah jumlah cahaya langsung dari kubah langit yang masuk ke bidang kerja. Besarnya komponen ini tergantung pada :

- Luas bagian permukaan dimana langit dapat terlihat dari titik ukur.
- Keadaan distribusi luminasi langit.
- Posisi area (jauh tidaknya dari horizon)

SC dapat didapatkan melalui rumus :

$$SC = \frac{1}{2n} \left| \tan^{-1} \frac{W}{D} - \frac{D}{D^2 + H^2} \sin^{-1} \frac{W}{R} \right| \quad (2.3)$$

Dengan :

W : lebar lubang cahaya

H : tinggi lubang cahaya

D : jarak horizontal titik ukur terhadap lubang cahaya

R : jarak titik ukur terhadap titik pusat lubang cahaya

- IRC

*Internal Reflected Component* (IRC) adalah cahaya yang memantul melalui permukaan interior, berasal dari refleksi permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit. Nilai reflektansi permukaan

yang paling berpengaruh adalah dari permukaan plafond ke dinding belakang ke dinding samping dan terakhir lantai ruangan (Ander, 1995).

$$IRC = \frac{Taw}{A(1-Pav)} (CPfw + 0.05Pcw) \quad (2.4)$$

dengan :

T : transmisi cahaya dari kaca jendela

Aw : luas jendela

A : luas ruangan

Pfw : reflektansi rata-rata permukaan ruangan bagian atas bidang horizontal pada tengah-tengah jendela

Pcw : reflektansi rata-rata permukaan ruangan bagian bawah Bidang horizontal pada tengah-tengah jendela

C : perbandingan tingkat pencahayaan di luar jendela Bagian atas terhadap bagian bawah bidang horizontal pada tengah jendela

0.05 : nilai perbandingan iluminansi jendela bagian bawah terhadap hasil refleksi tanah (10%) dan factor konfigurasi tanah ke jendela

- ERC

*External Reflected component (ERC)* adalah cahaya yang memantul dari objek diluar ruangan, berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan. Apabila tidak ada penghalang, maka nilai ERCnya menjadi 0.

$$ERC = 0.5 \times S \times p\% \quad (2.5)$$

dengan :

S : SC pada bagian yang terhalang

P : reflektansi permukaan terhalang

0.5 : faktor bentuk penghalang vertikal

Terdapat beberapa standart DF (*Daylight Factor*) yang dikemukakan oleh penulis dalam buku yang berbeda-beda tetapi memiliki nilai yang tidak terlalu jauh sebagai syarat suatu ruangan dalam mencapai tujuan kuantitas pencahayaan alami. Standar DF yang ada sesuai dengan pembagian ruang berdasarkan aktivitas tertentu. Pada penelitian ini, hanya diambil standar pada ruang-ruang tertentu

yang menjadi aktivitas utama penghuni rumah Balai yaitu ruang tamu atau keluarga, ruang tidur dan dapur sebagai berikut :

Tabel 2.2. Standar DF rumah tinggal menurut Szokolay

JENIS RUANG	DF
Ruang tamu / keluarga	1 %
Ruang tidur	0.5 %
Dapur	2 %

Sumber : Szokolay, 1980

Tabel 2.3. Standar DF rumah tinggal menurut Evans

JENIS RUANG	DF min	Luas ruangan minimum menerima DF
Ruang tamu / keluarga	1 %	8m <sup>2</sup> , setengah dari kedalaman ruang
Ruang tidur	0.5 %	6m <sup>2</sup> , setengah dari kedalaman ruang
Dapur	2 %	5m <sup>2</sup> , setengah dari luas ruang

Sumber : Evans, 1981

Tabel 2.4. Standar DF rumah tinggal menurut Littlefair

JENIS RUANG	DF
Ruang tamu / keluarga	1.5 %
Ruang tidur	1 %
Dapur	2 %

Sumber : Littlefair, 2001

Tabel 2.5. Standar DF rumah tinggal menurut Baker

JENIS RUANG	DF
Ruang tamu / keluarga	0.5 – 1.5 %
Ruang tidur	0.25 – 1 %
Dapur	1 – 1.5 %

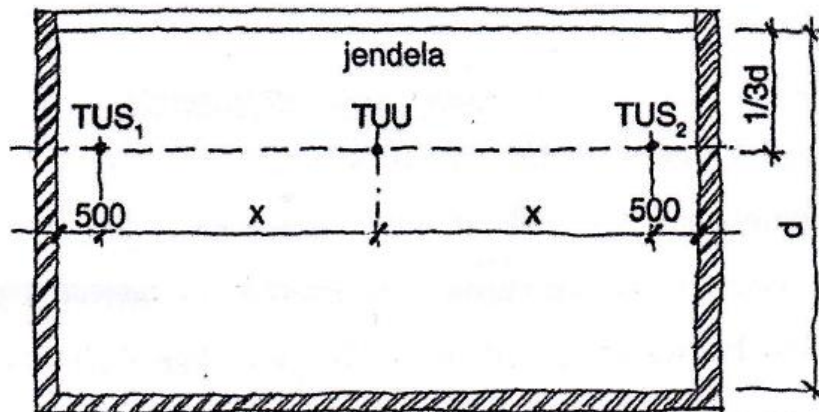
Sumber : Baker, 2001

Berdasarkan tabel yang berisi standar DF pada ruang-ruang tempat tinggal diatas, standar yang digunakan pada penelitian ini adalah standar DF menurut Littlefair (2001). Alasan menggunakan standar yang dikemukakan Littlefair karena memiliki nilai standart yang tinggi. Terkait dengan fungsi rumah Adat Balai Padang sebagai rumah tinggal yang ditempati oleh sedikit orang dan sebagai

tempat upacara adat yang ditempati oleh banyak orang, maka perlu standart yang lebih tinggi agar dapat mewadahi aktivitas jika terdapat banyak orang.

### 2.3.3 Standar TUU dan TUS

Dalam menentukan DF perlu diperhatikan titik ukur sehingga didapatkan nilai DF yang akurat.



Gambar 2.11. Penentuan titik ukur utama dan titik ukur samping (Frick, 2008)

Terdapat dua jenis titik ukur yang digunakan dalam perhitungan daylight factor (DF), (Frick, 2008) antara lain :

- Titik Ukur Utama (TUU) diambil pada tengah-tengah antara kedua dinding samping yang berada pada jarak  $1/3$  dari bidang cahaya efektif.
- Titik Ukur Samping (TUS) diambil pada jarak 0.5 m dari dinding samping yang juga berada pada jarak  $1/3$  dari bidang lubang cahaya efektif.

Kedua titik ukur (TUU dan TUS) diambil pada suatu budang datar yang letaknya pada ketinggian 0.75 m diatas lantai (bidang kerja).

Sedangkan di Indonesia, persyaratan nilai faktor langit terdapat dalam SNI 03-2396-2001 berdasarkan TUU dan TUS yaitu :

Tabel 2.6. Nilai faktor langit bangunan tempat tinggal

JENIS RUANG	fl min TUU	fl min TUS
Ruang tamu / keluarga	0.35 d	0.16 d
Ruang tidur	0.18 d	0.05 d
Dapur	0,20 d	0.20 d

Sumber : SNI 03-2396-2001



#### **2.3.4 Standar Distribusi Pencahayaan Alami di dalam Ruangan**

Distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan memegang peranan penting dalam menentukan apakah ruangan tersebut mendapatkan pencahayaan alami yang merata atau tidak. Menurut Evans (1981), distribusi daylight diperoleh dari luas minimum ruangan yaitu pada ruang keluarga DF minimum 1% dengan persebaran setengah dari kedalaman ruang, ruang tidur 0,5% dengan persebaran setengah dari kedalaman ruang dan DF pada dapur minimal 2% dengan persebaran setengah dari luas ruangan.

Sedangkan menurut Steffy (2002), distribusi cahaya terkait dengan pemerataan (*uniformity*) iluminan pada bidang kerja yaitu dengan membandingkan nilai rata-rata iluminan terhadap nilai iluminan minimum dan nilai iluminan maksimum terhadap nilai iluminan minimum. Untuk ruang kerja bervisual task sederhana seperti ruang-ruang pada rumah tinggal, persyaratan terkait distribusi pencahayaan alami pada ruangan memiliki perbandingan nilai rata-rata iluminan terhadap nilai iluminan minimum sebesar 3:1 dan perbandingan nilai iluminan maksimum terhadap minimum sebesar 6:1.

Di dalam buku *Daylighting Performance and Design*, Ander (1995) mengemukakan bahwa distribusi pencahayaan alami pada suatu ruangan ditentukan berdasarkan persebaran nilai iluminasi terkait luas ruangan. Nilai yang disarankan yaitu minimal 0,4 yaitu 0,4 bagian atau 40% dari ruangan tersebut memiliki nilai iluminasi atau memiliki nilai yang dinyatakan dalam DF sesuai standar dan maksimal 1 yaitu seluruh luasan ruangan atau 100% luasan ruangan memiliki nilai iluminasi atau nilai yang dinyatakan dalam DF sesuai standar.

### **2.4 Rumah Balai Adat**

#### **2.4.1 Jenis Rumah Balai Adat**

Terdapat 2 jenis rumah Balai yang memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan 2 penelitian yang berbeda. Rumah Balai menurut penelitian yang dilakukan Muchamad (2007) yang ditempati oleh dayak bukit menunjukkan 3 jenis yaitu Balai Adat Bidukun, Jalai dan Padang. Sedangkan rumah Balai menurut penelitian yang dilakukan oleh Seman (2001) pada Anhar (2005) yang ditempati oleh suku banjar menunjukkan 2 jenis yaitu Balai Laki dan Bini.



Gambar 2.12. Jenis rumah Adat Balai Bidukun (kiri), Jalai (tengah) dan Padang (kanan) (Muchamad, 2007)

Penelitian ini fokus terhadap rumah Adat Balai yang telah dilakukan oleh Muchamad (2007) yang terdiri dari 3 jenis pada gambar 2.12 yaitu:

### 1. Rumah Balai Adat Bidukun

Merupakan rumah Balai Adat yang berada di kampung Bidukun. Sebelumnya balai ini berdiri di daerah Mariyuh dan bernama Balai Mariyuh.

### 2. Rumah Balai Adat Jalai

Merupakan rumah balai adat yang berada di dekat sungai Jalai.

### 3. Rumah Adat Balai Padang

Merupakan rumah balai adat yang didirikan di daerah padang ilalang.

Penelitian kedua yang dilakukan oleh Muchamad (2013) yang berjudul Tipologi Balai Adat suku Dayak Bukit menunjukkan 21 rumah adat yang semakin berkembang yaitu :

Tabel 2.7. Perkembangan rumah Balai

DESA	JENIS RUMAH BALAI
Malinau	Padang, Jalai, Bidukun
Tumingki	Aitih, Haruyan
Kamawakan	Mentaih, Bumbuyanin Atas, Bumbuyanin Tengah, Bumbuyanin Bawah, Cempaka, Sungai Binti
Lok Lahung	Malaris, Lua Panggang, Manakili Atas, Manakili Bawah, Manutui/Kamiri
Haratai	Haratai, Waja, Hujung Atas, Lian Buluh/Paku, Landuyan

Sumber : Muchamad (2007)

Perbedaan dari keseluruhan rumah Adat Balai ini terletak pada penamaan terhadap lokasi. Penamaan rumah Adat Balai disesuaikan dengan karakteristik lokasi dimana rumah Adat Balai tersebut dibangun

## 2.4.2 Bentuk dan Pembagian Ruang

### a. Pembagian Ruang

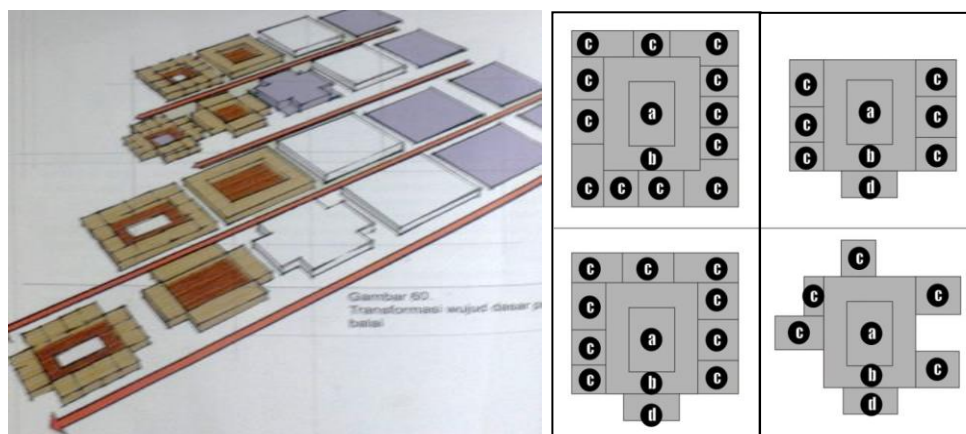
Rumah Balai hanya memiliki 3 ruang (Muchamad, 2007) yaitu :

1. Bilik. Umumnya bilik berupa kamar yang berukuran sekitar 9-15 m<sup>2</sup>, tetapi ada yang terbagi menjadi kamar dan dapur.
2. Laras. Merupakan area sirkulasi yang menghubungkan bilik ke pematang dan berfungsi sebagai ruang duduk untuk berinteraksi sehari-hari atau ketika upacara.
3. Pematang. Merupakan ruang upacara di tengah bangunan yang terbuka tanpa sekat dengan 4-6 tiang dan perbedaan ketinggian lantai 30 cm.



Gambar 2.13. Pembagian ruang-ruang rumah Balai (Muchamad, 2007)

### b. Bentuk dan Perkembangannya



Gambar 2.14. Transformasi wujud dasar pada rumah Balai (kiri) dan perkembangan bentuk (kanan) (Muchamad, 2007)

Pada umumnya bentuk rumah Adat Balai memiliki bentuk dasar persegi atau persegi panjang yang mengalami transformasi beraturan dan tetap simetris seperti gambar 2.14. Penambahan ruang terdapat pada sisi-sisi terluar sebagai ruang Bilik baik pada sisi depan, samping dan belakang. Penambahan ini disesuaikan dengan jumlah keluarga yang akan tinggal.

### 2.4.3 Elemen Ruang

Elemen ruang pada rumah terdiri dari Kepala (atap), Badan (dinding) dan Kaki (Lantai dan Panggung) (Muchamad, 2007) sebagai berikut :

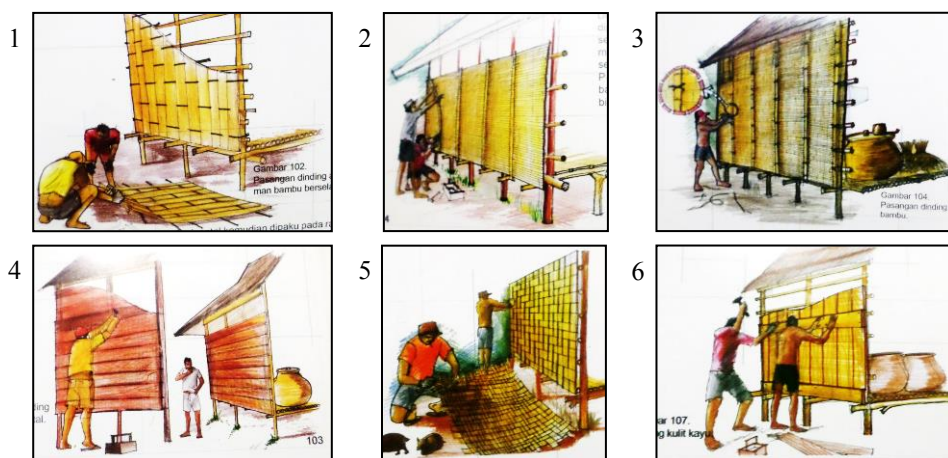
#### a. Atap

Pada umumnya atap rumah Balai berbentuk limas tanpa menggunakan plafond. Material atap pada awalnya menggunakan daun rumbia, tetapi saat ini telah diganti dengan material seng dengan pertimbangan lebih ekonomis dan tahan lama.



Gambar 2.15. Kondisi atap di dalam ruangan tanpa plafond (kiri) dan kondisi di luar bangunan dengan material seng (kanan) (Muchamad, 2007)

#### b. Dinding



Gambar 2.16. Variasi material dinding rumah Balai (Muchamad, 2007)

Dalam 1 rumah Balai dapat dijumpai penggunaan lebih dari 1 material dinding pada ruang Bili, Laras dan Pematang antara lain :

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Dinding Bambu Anyam    | 4. Dinding Papan Kayu |
| 2. Dinding Bilahan Bambu  | 5. Dinding Balatai    |
| 3. Dinding Pasangan Bambu | 6. Dinding Kulit Kayu |

**c. Lantai**

Terdapat perbedaan ketinggian antara 10-20 cm antara ruang Bilik, Laras dan Pematang pada rumah Balai. Lantai pada rumah Balai masih menggunakan material alam yaitu bambu yang dipasang renggang dan papan kayu yang dipasang rapat. Lantai memiliki reflektansi yang rendah karena memiliki warna yang gelap.

#### **2.4.4 Aktivitas Penghuni**

Penghuni rumah Balai ini adalah suku Dayak Bukit yang merupakan penduduk asli Pulau Kalimantan Pedalaman. Suku Dayak Bukit hidup secara berkelompok dimana 1 kelompok (Bubuhan) terdiri dari beberapa keluarga (*Umbun*). 1 kelompok tinggal dalam rumah Balai yang berukuran besar (Muchamad, 2007) dengan pola aktivitas sebagai berikut :

- **Pola Aktivitas Harian**

Mayoritas berprofesi sebagai petani dan bekerja di ladang mulai pukul 08.00 hingga 16.00. Hal ini mengakibatkan pada pagi hingga sore jarang terlihat penghuni Balai kecuali Ibu-ibu dan anak kecil. Terkadang ibu-ibu dan anak kecil juga turut membantu bekerja di ladang.

- **Pola Aktivitas Tahunan**

Secara umum masyarakat Dayak Bukit berprofesi sebagai petani dengan sistem pertanian *Huma* atau ladang berpindah yaitu sistem pertanian dengan cara membuka hutan untuk ditanami makanan pokok seperti padi. Setelah lahan tidak dapat ditanami, mereka akan berpindah tempat untuk mencari lahan baru yang bisa ditanami.

Aktivitas upacara adat setelah panen di rumah Adat Balai Padang dilakukan pada malam hari, sehingga tidak membutuhkan cahaya alami untuk kebutuhan beraktivitas. Selain itu pada saat upacara, aktivitas yang dilakukan bersifat sakral

dan berada di area yang gelap sehingga tidak dapat dikaitkan dengan standart pencahayaan alami untuk kebutuhan beraktivitas.

Aktivitas masyarakat Dayak Bukit ketika *berHuma* selama 1 tahun antara lain :

Tabel 2.8. Aktivitas Masyarakat Dayak Bukit ketika berhuma dalam 1 tahun

BULAN	AKTIVITAS	KETERANGAN
Agustus	Manabas	Membersihkan hutan dari semak belukar
September	Batabang	Menebang pohon besar
Oktober	Manyalukut	Membakar lahan yang sudah dibersihkan
Nopember	Mamanduk	Mengambil ranting yang tidak terbakar
Desember	Menugal	Menabur benih, terdapat 2 benih yaitu benih ringan dan benih berat
Januari – April	Menggarap lahan	Proses pertanian hingga panen
Mei	Mengatam	Memanen benih ringan yang panen cepat
		Upacara ucapan syukur setelah panen
Juni	Mengatam	Memanen benih berat yang panen lambat
		Upacara ucapan syukur setelah panen

Sumber : Muchamad (2007)

#### 2.4.5 Jenis Bukaah pada Rumah Balai

Pada rumah Balai Adat baik Balai Bidukun, Jalai dan Padang secara umum memiliki bukaah berupa pintu, bukaah antara dinding dengan atap, bukaah antara atap dengan atap, bukaah kecil pada dinding dan bukaah kecil pada lantai sebagai tempat masuknya cahaya alami kedalam bangunan.

##### a. Pintu

Terdapat 3 jenis pintu berdasarkan penempatannya yaitu pintu utama, pintu ruang bilik dan pintu belakang ruang bilik. Ketiga pintu tersebut memiliki karakteristik bentuk, ukuran dan jenis material yang sama. Pintu termasuk salah satu bukaah dalam upaya memasukkan cahaya alami ke dalam ruangan karena pintu terbuka dari pagi hingga sore hari.

##### b. Bukaah kecil pada dinding

Bukaah ini terjadi akibat pemasangan material bambu atau papan kayu



yang agak renggang. Meskipun sangat kecil tetapi memiliki jumlah yang banyak karena terdapat di semua sisi bangunan.

c. **Bukaan kecil pada lantai**

Bukaan ini sebenarnya sama dengan bukaan pada dinding karena pemasangan bambu yang agak renggang. Bukaan ini dapat membantu memasukkan cahaya alami ke ruangan yang berasal dari pantulan tanah.



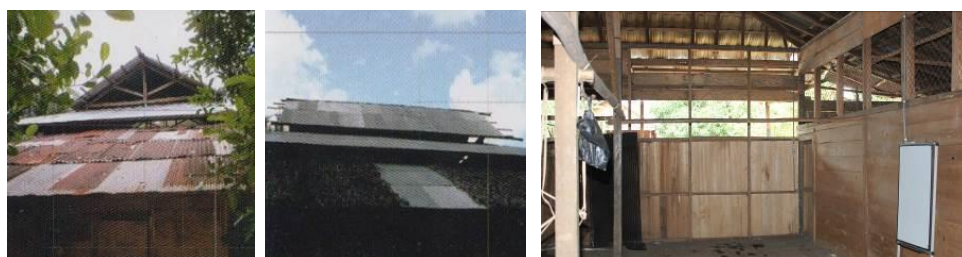
Gambar 2.17. Bukaan pintu (kiri) dan celah pada dinding dan lantai (Muchamad, 2007)

d. **Bukaan antara Dinding dengan Atap**

Bukaan terbesar untuk memasukkan pencahayaan alami dari samping terdapat pada bukaan antara dinding dengan atap. Bukaan ini terbentuk dari dinding yang tidak dibangun hingga atap, tetapi hanya sampai ketinggian tertentu sehingga terdapat lubang yang menjadi bukaan.

e. **Bukaan antara Atap dengan Atap**

Pada beberapa rumah Balai terdapat bukaan di atap untuk memasukkan cahaya alami dari atas. Bukaan terdapat pada atap pelana maupun terdapat pada pertemuan antara hirarki atap.



Gambar 2.18. Bukaan pada atap (kiri), bukaan antara atap dan atap (tengah), bukaan antara dinding dan atap (kanan) (Muchamad, 2007)

## 2.5 Sintesa Kajian Pustaka

Pencahayaan alami adalah salah satu metode pasif pemanfaatan sinar matahari untuk pencahayaan bangunan terutama pada saat siang hari (Ander, 1995), sehingga pencahayaan alami sangat dipengaruhi kondisi langit. Rumah

Adat Balai Padang di Kalimantan Selatan yang berada di daerah beriklim tropis lembab memiliki kondisi langit overcast karena menurut Lechner (2009) iklim tropis lembab memiliki kondisi langit overcast dengan tingkat iluminasi cahaya alami mencapai 5.000-20.000 lux dan menurut Egan dan Olgyay (2002) daerah iklim tropis memiliki sumber pencahayaan alami berupa Daylight dengan tingkat penyinaran matahari rata 36-91%. Meskipun memiliki potensi pencahayaan alami yang besar, rumah Adat Balai Padang memiliki dimensi yang luas dengan kedalaman tertentu tetapi tidak memiliki bukaan atas, hal ini tidak sesuai dengan strategi pencahayaan toplighting yang membutuhkan bukaan atas jika bangunan memiliki luasan dan kedalaman yang besar (Lechner, 2007). Selain itu, untuk memaksimalkan cahaya alami yang masuk diperlukan luas bukaan minimal 20% (Urasa, 1998) dan memiliki bagian bawah ketinggian bukaan tidak lebih dari bidang kerja 0,75m (Wirawan, 2007), tetapi kondisi bangunan menunjukkan dimensi dan kedalaman yang besar tetapi tidak memiliki bukaan atas, memiliki bukaan yang sangat minim dan bagian bawah bukaan sangat tinggi tidak mencapai bidang kerja yang disarankan pada penelitian sebelumnya.

Tujuan pencahayaan alami yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah kuantitas pencahayaan alami menurut Lechner (2009) berdasarkan standar nilai iluminasi dan nilai DF ruang terkait aktivitas. Nilai iluminasi yang digunakan berdasarkan standar SNI 03-6197-2000 karena merupakan pengembangan dari IESNA yang sudah disesuaikan dengan kondisi yang ada di Indonesia. Nilai DF yang digunakan berdasarkan standar yang dikemukakan oleh Littlefair (2001) karena memiliki rentang yang lebih besar daripada standar DF yang lain. Dalam mencari nilai DF digunakan rumus Szokolay (2004) dengan menggunakan alat ukur yaitu persentase nilai iluminasi dalam terhadap luar. Rumus ini digunakan karena dapat menunjukkan nilai yang lebih obyektif karena sesuai dengan kondisi langit pada saat pengukuran pada rumah Balai di Kalimantan.

Teori yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan untuk merumuskan variabel adalah strategi pencahayaan alami yang dikemukakan oleh Koenigsberger dkk (1973) yaitu bukaan dan pembayangan yang diperjelas oleh Lechner (2009) untuk merumuskan variabel yaitu bukaan samping dan Szokolay (1998) untuk merumuskan sub variabel yang digunakan yaitu luas dan posisi



bukaan. Strategi pencahayaan alami pada iklim tropis yang dikemukakan oleh Koenigsberger dkk (1973) yaitu bukaan dan pembayangan. Penelitian ini difokuskan pada strategi pencahayaan alami berupa bukaan pada bangunan. Bukaan secara lebih detail dapat dikategorikan menjadi 2 sebagai strateegi pencahayaan alami yaitu *Toplighting* dan *Sidelighting* seperti yang dikemukakan oleh Lechner (2009). Penelitian ini difokuskan pada bukaan samping (*Sidelighting*) berdasarkan potensi bukaan pada rumah Balai Adat Padang. Bukaan samping secara lebih detail dipengaruhi oleh luas dan posisi bukaan dari (Szokolay, 1998). Selain itu, pada penelitian ini juga perlu memperhatikan faktor lain yang mempengaruhi yaitu bentuk dan dimensi bangunan (Lechner, 2009), overhang (Lechner, 2009), reflektansi material (Lechner, 2009) dan obstruksi (Ander, 1995)

Teori utama yang digunakan pada penelitian ini adalah pengaruh luas dan posisi bukaan (Szokolay, 1998) terkait kekhasan bukaan pada rumah Adat Balai Padang. Luas bukaan menentukan persebaran pencahayaan alami yang masuk ke dalam suatu ruangan. semakin besar luas bukaan maka cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan semakin besar dan semakin merata. Luas bukaan efektif jika memiliki WWR 20%. Posisi bukaan menentukan jangkauan cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan. Semakin tinggi posisi bukaan diletakkan, maka akan semakin dalam cahaya masuk ke dalam ruang. Jika bangunan memiliki overhang, maka perlu dipertimbangkan posisi bukaan agar tidak tertutupi oleh overhang karena dapat mengurangi cahaya alami yang masuk (Evans, 1981). Posisi bukaan efektif jika tidak terdapat overhang berkisar pada ketinggian maksimum 3 meter dan ketinggian minimum 0,75 meter pada bidang kerja (Wirawan, 2007). Sedangkan jika terdapat overhang maka perlu memperhatikan rasio lebar overhang dengan pembayangan pada jendela yaitu 1:1,2, artinya setiap overhang yang memiliki panjang 1m dapat menghalangi cahaya alami yang masuk hingga ketinggian 1,2m dibawahnya diukur dari bawah overhang (Indrani, 2008).

Rumah balai memiliki 2 bentuk yaitu Balai Bidukun, Jalai dan Padang yang dihuni suku Dayak Bukit oleh Muchammad (2007) dan Balai Laki dan Bini yang dihuni suku Banjar oleh Anhar (2005). Bukaan yang terdapat pada Balai Bidukun, Jalai dan Padang berupa pintu, bukaan antara dinding dengan atap,

bukaan antara atap dengan atap, celah pada dinding dan celah pada lantai. Penelitian ini difokuskan terhadap rumah Adat Balai Padang yang dihuni oleh suku Dayak Bukit yang sebelumnya diteliti Muchammad (2007) yang memiliki bukaan berupa bukaan antara dinding dan atap.

Rumah Adat Balai Padang memiliki bentuk yang khas yaitu memiliki ruang yang besar dan dalam tetapi hanya memiliki sedikit bukaan. Kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang yang dipengaruhi oleh bukaan samping ditinjau berdasarkan ruang-ruang yang ada pada rumah Balai yaitu ruang Bilik yang berfungsi sebagai ruang tidur dan dapur, ruang laras yang berfungsi sebagai area sirkulasi dan ruang keluarga serta ruang pematang yang berfungsi sebagai ruang upacara. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan alami berdasarkan standar iluminasi (SNI 03-6197-2000), DF (Littlefair, 2001) dan distribusi pencahayaan alami pada suatu ruangan (Ander, 1995) dan (Steffy, 2002).

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan bantuan simulasi berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Groat dan Wang (2002) di dalam buku *Architectural Research Methods*. Eksperimen dilakukan pada luas dan posisi bukaan antara dinding dengan atap sebagai variabel bebas yang menjadi kekhasan pada rumah Adat Balai Padang. Tujuan eksperimen yang dilakukan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari luasan dan posisi bukaan terhadap kuantitas dan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan sebagai variabel terikat. Untuk mengetahui hubungan tersebut, maka diberi perlakuan perubahan pada luasan dan posisi bukaan dibandingkan dengan kondisi eksisting yaitu merubah luas dan posisi sesuai teori yang dikemukakan oleh Szokolay (1998) dengan meningkatkan bukaan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Urasa (1998) dan menurunkan posisi bukaan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007). Perubahan luasan dan posisi bukaan pada metode eksperimen dibantu dengan simulasi menggunakan software komputer *Ecotect Analysis 2011* untuk efisiensi kerja dan penyederhanaan kompleksitas penelitian serta fokus pada tujuan yang ingin dicapai pada penelitian.

#### **3.1 Paradigma Penelitian**

Paradigma digunakan sebagai pedoman dalam pemilihan metodologi penelitian. Berdasarkan buku *Architectural Research Methods* (Groat dan Wang, 2002) terdapat 3 paradigma penelitian. Penelitian ini menggunakan paradigma positivism berdasarkan pada beberapa karakteristik pada penelitian ini yaitu :

- **Mengutamakan Obyektivitas**

Penelitian ini melalui prosedur yang relevan menggunakan instrument yterukur sehingga menghasikan penelitian yang konsisten dan teruji melalui pengukuran di lapangan dan hasil simulasi komputer terkait kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang.

- **Memiliki Realitas Tunggal yang Jelas dan Pasti**

Penelitian ini memiliki realitas tunggal yaitu kuantitas pencahayaan alami berupa nilai iluminan, DF dan distribusi cahaya alami dari desain bukaan pada bangunan yang memiliki nilai jelas berupa angka dan memiliki satuan serta memiliki nilai pasti karena terkait kondisi alam yang ada.

- **Mengungkapkan Validasi Internal**

Validasi internal didapatkan melalui pengujian kesamaan data berupa kinerja pencahayaan alami dengan permasalahan pemenuhan akan pencahayaan alami untuk beraktivitas melalui penggunaan bukaan antara dinding dengan atap agar diperoleh data yang akurat. Keakuratan dilakukan dengan waktu pengukuran lapangan berkali-kali serta melakukan verifikasi antara hasil simulasi dengan pengukuran lapangan.

- **Mengutamakan Validasi Eksternal**

Validasi eksternal pada penelitian ini berupa hasil kinerja pencahayaan alami yang didapatkan harus bisa digeneralisasikan baik pada rumah Adat Balai Padang maupun bangunan lain yang memiliki karakteristik sejenis.

Penelitian ini juga memiliki karakteristik yang dapat digolongkan kedalam penelitian kuantitatif. Hal tersebut didasarkan pada kesamaan karakteristik penelitian kuantitatif dengan pernyataan Groat dan Wang (2002) yaitu :

- **Prosesnya Bersifat Deduktif**

Penelitian ini mencari hubungan sebab-akibat dari pengaplikasian bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami pada bangunan.

- **Fenomena yang dapat diukur dengan angka**

Kinerja pencahayaan alami yang diteliti dilihat dari data kuantitatif berupa nilai iluminan cahaya alami yang berupa angka dan memiliki satuan yang nantinya data tersebut diolah menjadi nilai daylight factor dan pola distribusi pencahayaan alami dalam ruangan.

- **Realitas bersifat objektif**

Dalam penelitian ini berupa realitas kinerja pencahayaan alami yang dihasilkan murni berasal dari hasil nyata di lapangan karena dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan alami dan lingkungan sekitar.

### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan sebab-akibat dari desain bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang di Kalimantan Selatan. Oleh karena itu, metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan bantuan simulasi. Menurut Groat dan Wang (2002), Metode eksperimen adalah suatu metode riset yang memfokuskan pada hubungan sebab-akibat melalui telaah variabel yang berkaitan dalam penelitian. Metode eksperimen digunakan dengan pertimbangan sebagai berikut :

- **Adanya hubungan sebab akibat**  
Yaitu hubungan penggunaan bukaan pada bangunan terhadap kinerja pencahayaan alami di dalam ruangan.
- **Adanya grup control**  
Yaitu subjek penelitian berupa bangunan rumah Adat Balai Padang yang memiliki konfigurasi ruang dengan kedalaman tertentu dan memiliki bukaan yang sangat minim berupa bukaan antara dinding dengan atap.
- **Menggunakan perlakuan pada variabel bebas**  
Yaitu perubahan ketinggian bukaan dari lantai dan luas bukaan pada dinding luar dan dalam bangunan Rumah Balai dengan rincian pada pembahasan Subbab 3.3 Variabel Penelitian pada bagian variabel bebas.
- **Pengukuran variabel terikat**  
Yaitu kinerja pencahayaan alami dalam ruangan berupa nilai iluminan dan distribusi cahaya alami dengan parameter sesuai standar.

Untuk kemudahan pengendalian kondisi lingkungan eksperimen, properti bahan dan perubahan desain seperti yang diungkapkan Satwiko (2010), simulasi digunakan sebagai alat bantu dalam penelitian karena memiliki kelebihan yaitu :

- Kemampuan meniru keadaan nyata di lapangan, dalam penelitian ini berupa bentuk dan konfigurasi ruang rumah Adat Balai Padang, desain bukaan dan kondisi lingkungan sekitarnya.
- Dapat menyederhanakan kompleksitas kondisi lapangan dengan memisahkan variabel yang tidak berhubungan dengan tujuan penelitian, sehingga proses penelitian lebih terfokus pada permasalahan dasar yang

menjadi tujuan penelitian.

- Tidak membutuhkan ruang fisik yang besar untuk membuat model yang sebenarnya sehingga memiliki efektifitas kerja, waktu dan biaya.
- Perekaman visual dan numerik sangat mudah dilakukan dan disimpan untuk laporan, dalam hal ini nilai iluminan, DF dan distribusi cahaya alami dari simulai program Ecotect.

Penelitian eksperimen dengan teknik simulasi terkait kinerja pencahayaan alami telah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian yang sudah dilakukan dengan metode ini antara lain oleh Mazloomi (2010) terkait pengaruh WWR terhadap peningkatan kinerja pencahayaan alami (DF) pada interior bangunan berbentuk dome di Malaysia, Alrikagustin W. Putri dan Yuni Sri Wahyuni (2010) terkait kinerja pencahayaan alami pada bangunan tradisional rumah limas, Alrikagustin W. Putri dan Yuni Sri Wahyuni (2012) terkait kajian perbaikan pencahayaan alami dengan *skylight* pada bangunan tradisional rumah limas, Setyaningrum (2014) terkait optimalisasi kuantitas pencahayaan alami melalui pengaturan pola konfigurasi bangunan pada permukiman padat di Surabaya dan Susanti (2015) terkait pengaruh bukaan selubung terhadap kinerja pencahayaan alami pada rumah Betang Kalimantan Tengah.

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian tentang pencahayaan alami pada Rumah Balai ini dibagi menjadi 3 yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol.

#### **3.3.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas merupakan variabel yang dapat mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas bisa diubah sesuai dengan kondisi yang ditetapkan pada objek. Variabel bebas pada penelitian ini adalah bukaan pada dinding terluar rumah Adat Balai Padang yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Pemilihan bukaan sebagai variabel bebas didasarkan pada strategi pencahayaan alami yang dikemukakan oleh Koenigsberger dkk (1973) yaitu bukaan dan pembayangan. Bukaan pada bangunan dispesifikkan pada bukaan pada dinding menurut Lechner

(2009), hal ini terkait juga pada kondisi eksisting pada bangunan yang hanya memiliki bukaan pada dinding dan tidak memiliki bukaan pada atap. Variabel bebas difokuskan pada bukaan karena secara keseluruhan rumah Adat Balai Padang memiliki bukaan yang minim jika dibandingkan dengan dimensi rumah yang luas dan dalam, sehingga dapat diketahui apakah bukaan tersebut dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami di dalam ruangan.



Gambar 3.1. Variabel bebas berupa bukaan antara dinding dan atap pada rumah Adat Balai Padang

- **Bukaan antara dinding dengan atap**

Bukaan antara dinding dengan atap adalah bukaan yang terjadi akibat pemasangan dinding yang tidak mencapai atap, sehingga terdapat lubang yang dapat memungkinkan cahaya alami dapat masuk ke dalam ruangan. Bukaan antara dinding dengan atap terdapat pada seluruh dinding baik pada dinding ruang Laras-Pematang dan Bilik maupun pada dinding luar yaitu dinding terluar di selubung bangunan serta pada dinding dalam yaitu dinding pembatas antara ruang Laras-Pematang dan Bilik.

Pada penelitian ini bukaan difokuskan pada bukaan pada dinding terluar yang langsung mendapatkan pencahayaan alami dari luar bangunan. Bukaan pada dinding luar memiliki dimensi yang bervariasi antara 10 hingga 80 cm. Bukaan antara dinding dengan atap ini ada yang memiliki bingkai dan ada yang tidak memiliki bingkai dari kayu. Bukaan yang dimaksud tidak memiliki kaca seperti jendela namun berupa lubang sehingga memungkinkan angin dapat masuk melalui bukaan ini. Bukaan ini terdapat bukaan tanpa sekat, bukaan yang memiliki sekat berupa kawat, bukaan yang memiliki sekat papan kayu dan bukaan yang memiliki sekat berupa bambu.

Adapun sub variabel dari bukaan dinding dalam dan luar yaitu luas bukaan dan posisi bukaan terhadap permukaan lantai. Alasan pemilihan sub variabel tersebut

berdasarkan faktor dari bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998) yang disesuaikan dengan kekhasan bukaan pada rumah Adat Balai Padang. Berikut adalah penjabaran tiap sub variabel beserta definisi operasionalnya :

- **Luas bukaan**

Luas bukaan adalah ukuran bukaan yang didapatkan dari hasil perkalian antara panjang horizontal (lebar) bukaan dengan panjang vertikal (tinggi) bukaan. Luas bukaan yang dimaksud merupakan total luas seluruh bukaan dalam 1 sisi dinding. Namun pada rumah Adat Balai Padang hanya terdapat 1 bukaan dalam 1 dinding karena bentuk bukaan memanjang dari ujung ke ujung dinding dan tidak terpisah-pisah. Bukaan antara dinding dengan atap memiliki variasi luasan yang beragam pada tiap dinding. Jika luas bukaan diperbesar, maka perubahan yang dilakukan adalah merubah panjang vertikal (tinggi) bukaan dengan menurunkan ambang bawah bukaan dengan ambang atas tetap (posisi bukaan tetap). Hal ini dikarenakan bentuk bukaan merupakan bentuk horizontal yang memanjang dari ujung ke ujung dinding sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan perubahan pada lebar bukaan. Perubahan luas bukaan dilakukan pada dinding luar di selubung bangunan dengan menggunakan persentase luas bukaan dengan luas dinding / *window to wall ratio* (WWR) bukan menggunakan persentase luas bukaan dengan luas lantai.

- **Posisi Bukaan**

Posisi bukaan yaitu letak bukaan ditinjau dari atas lantai. Penentuan posisi bukaan ditinjau dari ketinggian ambang atas dan ambang bawah bukaan dari lantai. Rumah Adat Balai Padang memiliki hirarki ketinggian lantai antara ruang bilik, laras dan pematang. Oleh karena itu, titik 0,00 yang ditetapkan disini adalah lantai ruang bilik. Bukaan pada rumah Adat Balai Padang memiliki bentuk memanjang dari ujung ke ujung dinding, sehingga perubahan posisi yang dimaksud disini adalah menaikkan (menjauhi lantai) atau menurunkan (mendekati lantai) ambang atas dan ambang bawah dengan luas tetap.



Tabel 3.1 menunjukkan variabel bebas dan sub variabel yang digunakan pada penelitian ini disertai dengan dasar teori yang digunakan :

Tabel 3.1. Variabel bebas dan sub variabelnya

VARIABEL BEBAS	SUB VARIABEL
<b>Bukaan</b> Utama berupa bukaan antara dinding dengan atap (Koenigsberger dkk, 1973) (Lechner, 2009)	Luas Bukaan (Szokolay, 1998)
	Posisi Bukaan (Szokolay, 1998)



Pada saat pengamatan selama 3 hari, pintu terbuka sepanjang hari dari pagi hingga sore hari. Tabel 3.2 menunjukkan jam operasional buka tutup pintu berdasarkan pada pengamatan pada rumah Adat Balai Padang maupun pada bangunan di sekitar rumah Adat Balai Padang terkait aktivitas penghuni. Mayoritas pintu dibuka dari pagi hingga sore hari, sehingga keberadaan pintu diperhitungkan sebagai bukaan dan dapat meningkatkan persentase luasan bukaan untuk memasukkan cahaya alami dari pagi hingga sore hari.

Tabel 3.2. Jam operasional buka tutup pintu terkait aktivitas pada tiap ruang

Waktu / pintu	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Utama												
Kamar tidur												
Dapur												
Belakang												

Waktu / pintu	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Utama												
Kamar tidur												
Dapur												
Belakang												

Keterangan :  Pintu dibuka dan  Pintu ditutup

Variabel bebas utama pada penelitian ini adalah bukaan antara dinding dengan atap. Perubahan terkait luas dan posisi bukaan juga dilakukan pada bukaan antara dinding dengan atap. Namun, karena pintu terbuka sepanjang hari maka dijadikan analisa terkait pengaruh pintu yang dapat meningkatkan persentase luas bukaan terkait kinerja pencahayaan alami di dalam ruangan baik pada ruang Laras-Pematang, Bilik 1, 2 dan 3.

### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan merupakan variabel yang akan diamati. Variabel terikat dan definisi operasionalnya pada penelitian ini difokuskan pada pengamatan kinerja pencahayaan alami sebagai berikut :

- **Nilai Iluminasi**

Nilai iluminasi adalah tingkat intensitas cahaya matahari yang didapatkan melalui pengukuran lapangan menggunakan alat ukur lux atau pada perhitungan simulasi komputer. Terdapat 2 nilai iluminasi yang diukur yaitu nilai iluminasi di luar bangunan dan nilai iluminasi di dalam bangunan. Satuan nilai iluminasi yang digunakan adalah LUX. Pada pengukuran lapangan, nilai iluminasi diukur pada 1 titik di luar bangunan dan 66 titik ukur di dalam bangunan. Pada simulasi komputer, nilai iluminasi ditetapkan diluar bangunan sebesar 10.000 lux dan diukur berdasarkan pola grid tiap 1 meter di dalam bangunan.

Nilai iluminan yang didapatkan kemudian disesuaikan dengan standar SNI 03-6197-2000 untuk mengetahui apakah bukaan pada bangunan dapat mengakomodasi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas pada ruang Bilik, Laras dan Pematang.

- **Nilai *Daylight factor* (DF)**

Nilai *Daylight Factor* (DF) adalah persentase antara nilai iluminasi di dalam bangunan dan diluar bangunan yang didapatkan dengan mengolah nilai iluminasi dari hasil pengukuran lapangan atau simulasi komputer. Satuan DF adalah dalam persen (%).

Nilai DF yang didapatkan kemudian disesuaikan dengan standar yang dikemukakan oleh Evans (1981) untuk mengetahui apakah nilai iluminasi luar dan dalam sesuai untuk kebutuhan pencahayaan alami berdasarkan aktivitas pada ruang Bilik, Laras dan Pematang.

- **Distribusi dari cahaya alami**

Distribusi cahaya alami adalah persebaran nilai iluminasi atau DF di dalam bangunan. Distribusi dari cahaya alami berfungsi untuk menentukan

persebaran nilai iluminasi dan Df merata atau tidak. Meskipun nilai DF pada suatu titik telah memenuhi standar, tetapi perlu ditinjau pada titik lain apakah juga telah memenuhi standar atau tidak. Jika terjadi perbedaan iluminasi cahaya yang tinggi antara satu titik dengan titik lain, maka akan berpotensi menimbulkan silau. Sementara itu jika pada suatu titik telah memenuhi standar, perlu diperhatikan juga apakah titik tersebut merupakan titik dimana aktivitas sering dilakukan. Nilai DF yang didapatkan kemudian disesuaikan dengan standar yang dikemukakan oleh Steffy (2008) terkait perbandingan antara nilai iluminan rata-rata dengan minimum dan Ander (2005) terkait persebarannya di dalam ruangan yaitu seberapa besar persentase ruangan memiliki DF sesuai standar.

### **3.3.3 Variabel Kontrol**

Variabel kontrol adalah variabel yang dianggap tetap dan digunakan untuk membatasi pengaruh terhadap pencahayaan alami pada bangunan. Variabel pada penelitian ini digunakan karena banyak faktor yang mempengaruhi kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang dan hanya ingin fokus mengetahui pengaruh dari faktor bukaan berupa luas dan posisi. Adapun variabel kontrol beserta definisi operasional pada penelitian ini meliputi :

- **Bentuk dan Dimensi Bangunan**

Bentuk bangunan adalah komposisi panjang dan lebar ruangan sehingga membentuk bentuk persegi atau persegi panjang. Bentuk bangunan juga dapat diartikan kekompakan pada bangunan yaitu memiliki bentuk yang rata dan tidak terdapat bagian yang maju mundur (beraturan) atau memiliki bentuk yang tidak rata dan terdapat bagian yang maju mundur (tidak beraturan). Bentuk bangunan yang dimaksud disini tidak sampai pada perhitungan shape index, namun hanya sebatas memperhatikan apakah ruangan tersebut memiliki bentuk ruang yang persegi atau persegi panjang dan memiliki bentuk yang beraturan atau tidak beraturan.

Definisi operasional dari dimensi bangunan adalah dimensi dari lantai terkait luas dan kedalaman ruangan. Tinjauan terkait bentuk ruangan

dikaitkan dengan dimensi ruangan apakah memiliki dimensi yang luas atau kecil dan apakah memiliki kedalaman yang pendek atau dalam.

Rumah Adat Balai Padang memiliki bentuk kompak persegi dengan dimensi luasan dan kedalaman yang besar. Bentuk dan dimensi bangunan dijadikan sebagai variabel kontrol karena terkait dengan tipologi bangunan yang sudah menjadi ciri khas rumah Adat Balai Padang dibandingkan dengan rumah Balai Adat yang lainnya. Dimensi lantai bangunan meliputi luas lantai dan kedalam lantai bangunan dari bukaan pada dinding.

- **Overhang**

Overhang adalah bagian atap yang melebihi dinding terluar pada selubung bangunan. Tinjauan overhang terkait panjang overhang dari dinding hingga ke ujung overhang. Dimensi dari panjang overhang ini dapat menentukan apakah bukaan yang ada pada dinding tersebut terbayangi atau tidak dan seberapa besar pembayangan yang terjadi yang dapat mengakibatkan cahaya alami tidak dapat masuk secara optimal dan menentukan perubahan posisi bukaan.

Overhang pada rumah Adat Balai Padang dapat dikategorikan menjadi 2 yaitu overhang panjang pada sisi depan bangunan dengan panjang 3 m dan overhang pendek pada sisi samping dan belakang bangunan dengan panjang 30 cm yang selalu terletak di atas bukaan. Meskipun memendekkan dan memanjangkan overhang dapat menaikkan atau menurunkan nilai iluminasi yang masuk ke dalam bangunan, tetapi hal ini tidak dilakukan karena overhang panjang pada sisi depan berfungsi juga sebagai teras, sedangkan overhang kecil pada sisi samping dan belakang bangunan berfungsi sebagai tampias air hujan yang masuk ke bangunan.

- **Reflektansi Material Bangunan**

Reflektansi material bangunan adalah jenis material dan warna pada material yang dapat menentukan pemantulan cahaya alami di dalam bangunan. Reflektansi material meliputi reflektansi material lantai, dinding dan atap atau langit-langit.

Material pada rumah Adat Balai Padang secara keseluruhan menggunakan kayu dan bambu warna coklat tua. Meskipun pergantian reflektansi

material dapat mempengaruhi peningkatan nilai IRC, tetapi tidak dilakukan karena dapat mengurangi kekhasan rumah Adat Balai Padang dibandingkan dengan bangunan lain.

- **Obstruksi Sekitar Bangunan**

Obstruksi di sekitar bangunan adalah obyek yang berada di sekeliling rumah Adat Balai Padang yaitu bangunan lain dan pohon. Obstruksi ditinjau berdasarkan jenis obstruksi, tinggi obstruksi dan jarak dari obstruksi ke dinding yang terdapat bukaan pada rumah Adat Balai Padang. Berdasarkan tinggi dan jarak obstruksi tersebut kemudian dapat dianalisa sudut obstruksi dan kemudian ditinjau apakah memenuhi syarat atau tidak berdasarkan syarat sudut minimum baik secara horizontal maupun secara vertikal.

Pada bagian depan rumah Adat Balai Padang tidak terdapat obstruksi, samping kanan dan kiri terdapat obstruksi berupa bangunan tempat tinggal dan pada bagian belakang terdapat obstruksi berupa kumpulan pohon.

### **3.4 Subyek Penelitian**

#### **3.4.1 Dasar Pemilihan Subyek Penelitian**

Berdasarkan gambar 3.2 yang dirangkum berdasarkan buku tipologi rumah Balai Adat Padang (Muchammad, 2007), terdapat 2 karakteristik utama pada rumah Balai yaitu dimensi bangunan yang besar dengan konfigurasi ruang yang berlapis namun memiliki bukaan yang minim. Terkait dimensi bangunan dan jumlah bukaan, rumah Adat Balai Padang dipilih sebagai subyek penelitian dibandingkan dengan Balai Adat Bidukun dan Balai Adat Jalai berdasarkan beberapa alasan sebagai berikut :

- 1. Memiliki bukaan yang lebih minim dari rumah Balai yang lainnya**

Kondisi pencahayaan alami pada gambar 3.2 menunjukkan rumah Adat Balai Padang lebih gelap dibandingkan dengan rumah Balai Adat yang lainnya. Hal ini dikarenakan Balai Padang hanya memiliki bukaan samping untuk memasukkan cahaya alami ke dalam bangunan, sedangkan Balai Jalai dan Bidukun selain memiliki bukaan samping juga memiliki

bukaan atas. Selain itu jika ditinjau dari dimensi pada bukaan samping, bukaan pada Balai Padang memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan bukaan pada Balai Jalai dan Bidukun.

Dimensi bukaan yang minim dan hanya terletak pada bukaan samping ini menjadi karakteristik pada rumah Adat Balai Padang. Kondisi dengan luas bukaan yang minim ini menjadi kondisi paling ekstrim dengan kinerja pencahayaan alami yang buruk terkait dengan teori luas bukaan yang menyebutkan bahwa semakin besar luas bukaan maka kinerja pencahayaan alami semakin baik (Szokolay, 1998). Oleh karena itu, pada penelitian ini dipilih subyek penelitian pada rumah Adat Balai Padang yang memiliki dimensi bukaan paling minim agar ketika permasalahan pencahayaan alami pada rumah Balai Adat Padang dapat diselesaikan maka terdapat kemungkinan permasalahan pada Balai Jalai dan Bidukun yang memiliki dimensi bukaan yang lebih besar dan tipe bukaan lebih banyak juga dapat diselesaikan.

## **2. Memiliki dimensi ruang yang besar dan dalam**

Terdapat 2 pola konfigurasi ruang yaitu pola ruang Laras-Pematang terletak di tengah dan semua sisinya dikelilingi ruang Bilik yaitu pada Balai Bidukun serta pola ruang Laras-Pematang terletak di tengah tetapi terdapat 1 sisi yang masih berbatasan dengan ruang luar dan mendapatkan akses pencahayaan alami secara langsung dari luar.

Pada konteks masa kini, rumah Adat Balai sudah tidak dihuni dan hanya digunakan sebagai upacara tahunan pada malam hari di ruang Laras-Pematang. Namun jika terdapat potensi rumah Balai akan ditempati kembali berdasarkan ketua suku setempat, maka potensi penggunaan ruang terbesar adalah pada ruang Bilik sebagai ruang private dalam 1 keluarga. Ruang Laras dapat difungsikan untuk tempat bekerja seperti mengolah kemiri yang membutuhkan ruangan yang berbatasan langsung dengan ruang luar, sehingga Balai Bidukun kurang memungkinkan karena ruang Laras tidak mendapat akses langsung ke luar bangunan untuk aktivitas bekerja. Terkait dengan pola konfigurasi ruang, rumah Balai Jalai dan Padang yang paling memungkinkan untuk aktivitas pada masa kini.

Pola konfigurasi ruang Laras-Pematang dikelilingi ruang Bilik ini memberikan konsekuensi dimensi ruang yang besar dan dalam. Jika ditinjau dari ruang Jalai dan Padang yang memungkinkan untuk aktivitas bekerja masa kini, Balai Padang memiliki dimensi ruang yang lebih besar dibandingkan dengan Balai Jalai.

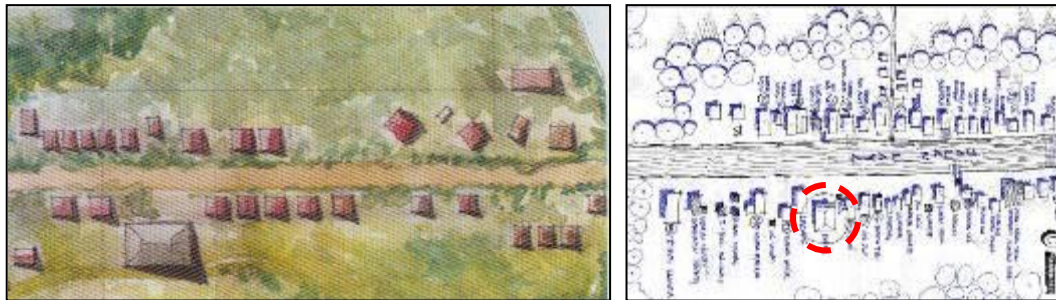
Berdasarkan strategi pencahayaan toplighting (Lechner, 2009), dimensi ruang yang besar dan dalam harus memiliki bukaan atas agar dapat mengakomodasi cahaya alami yang di butuhkan di tengah ruang yang tidak dapat dijangkau oleh bukaan samping. Balai Jalai memiliki dimensi bangunan yang tidak terlalu besar tetapi memiliki bukaan atas, sedangkan Balai Padang memiliki dimensi bangunan yang lebih besar tetapi tidak memiliki bukaan atas. oleh karena itu, subyek penelitian yang dipilih adalah Balai Padang karena memiliki permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan Balai Jalai dan Bidukun karena memiliki dimensi ruang yang besar dan dalam tetapi hanya memiliki bukaan yang minim dan tidak memiliki bukaan dari atas untuk mengakomodasi pencahayaan alami di tengah bangunan.

	TIPOLOGI BENTUK	KONFIGURASI	BUKAAN	KONDISI
BALAI BIDUKUN	Besar 	Memanjang 	Atas & samping 	Gelap 
BALAI JALAI	Sedang 	Kompak 	Atas & samping 	Agak Gelap 
BALAI PADANG	Besar 	Kompak 	Samping 	Sangat Gelap 

Gambar 3.2. Karakteristik subyek penelitian (Muchammad, 2007)

### 3.4.2 Letak dan Lingkungan Adat Balai Padang

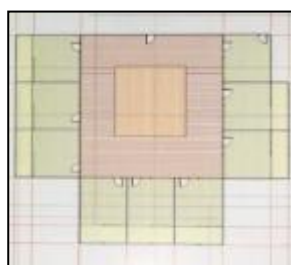
Orientasi bangunan pada pintu masuk utama menghadap Utara. Sisi terpanjang (samping kiri-kanan) menghadap Barat-Timur dan sisi terpendek (depan belakang) menghadap Utara-Selatan. Berdasarkan letak dan orientasi tersebut, Adat Balai Padang memiliki potensi besar mendapatkan penyinaran matahari secara tahunan karena sisi depan bangunan menghadap Utara serta secara harian karena sisi terpanjang menghadap Timur dan Barat. Lingkungan Adat Balai Padang telah mengalami banyak perubahan. Pada masa lalu tidak terdapat bangunan sehingga memungkinkan cahaya alami masuk dengan maksimal, tetapi pada masa kini telah banyak dibangun rumah-rumah di sekitar Adat Balai Padang membentuk suatu pola permukiman linear.



Gambar 3.3 Kondisi lingkungan pada masa lalu (kiri) (Muchamad, 2007) dan kondisi lingkungan masa kini (Balai Penelitian, 2015)

### 3.4.3 Konfigurasi Ruang Adat Balai Padang

Adat Balai Padang berbentuk memanjang ke samping dan berpanggung dengan ketinggian yang rendah. Konfigurasi ruang Adat Balai Padang sama dengan rumah Balai yang lain. Pembagian ruang memiliki hirarki dari luar ke dalam yaitu bilik yang terdiri dari dapur sebagai ruang servis dan kamar tidur sebagai ruang privasi dan ruang laras serta pematang sebagai ruang publik.



Keterangan :

- Pematang : memanjang dengan 6 tiang
- Laras : memanjang Utara-Selatan
- Bilik Kamar : 9 ruang berbeda ukuran
- Bilik Dapur : 8 ruang berbeda ukuran

Gambar 3.4. Konfigurasi ruang Adat Balai Padang masa lalu (Muchamad, 2007)



Seiring dengan kebutuhan ruang akan aktivitas penghuni, terdapat penambahan dan pengurangan yang mengakibatkan perubahan konfigurasi ruang. Secara umum, perubahan hanya terjadi pada ruang bilik karena terkait dengan ruang privat keluarga pada tiap bilik. Sementara ruang laras yang digunakan untuk ruang berkumpul dan sirkulasi serta ruang pematang sebagai ruang upacara tetap.



Gambar 3.5. Kondisi Adat Balai Padang. Kondisi depan (kiri), belakang rumah (tengah) dan interior (kanan) (Balai Penelitian, 2015)

### 3.5 Jenis dan Pengumpulan Data

#### 3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperoleh dari objek penelitian. Data primer pada penelitian ini didapatkan melalui 2 cara yaitu pengukuran lapangan berupa dan simulasi komputer. Berikut adalah data primer yang akan didapatkan dan cara pengumpulan data :

Tabel 3.3. Data primer dan teknik pengumpulan data

	Variabel	Data	Teknik Pengumpulan	Instrumen
Variabel Bebas	Bukaan antara lantai dengan atap	Luas	Pengukuran dan sketsa	Pita ukur dan alat sketsa
		Posisi	Pengukuran dan sketsa	Pita ukur dan alat sketsa
Variabel Terikat	Nilai iluminan dan DF (daylight factor)	Iluminasi luar dan dalam	Pengukuran lapangan	Digital lux meter dikalibrasi
			Simulasi komputer	Software Autodesk Ecotect Analysis 2011
	Distribusi cahaya alami	DF minimum - maksimum DF rata-rata	Perhitungan	Software microsoft excel
			Simulasi komputer	Software Autodesk Ecotect Analysis 2011

### **3.5.2 Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang digunakan sebagai pelengkap data primer. Pada penelitian ini data sekunder terdiri dari data iklim sebagai acuan data pada saat simulasi komputer menggunakan software. Data iklim Kalimantan dapat diperoleh dari instansi setempat yaitu BMKG Banjarbaru yang terdapat pada lampiran. Data iklim tersebut terdiri dari curah hujan, temperatur, kelembaban, arah dan kecepatan angin serta intensitas matahari. Pada penelitian ini hanya digunakan secara detail data intensitas matahari karena terkait dengan pencahayaan alami.

## **3.6 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengamatan dan pengukuran lapangan serta tahap eksperimen dengan simulasi komputer.

### **3.6.1 Pengamatan dan Pengukuran Lapangan**

Pengamatan dan pengukuran lapangan dilakukan untuk mengetahui fenomena pencahayaan alami yang terjadi pada subyek penelitian. Dari hasil penelitian lapangan dapat diketahui performa dari kinerja pencahayaan alami dan hubungannya terhadap desain bukaan pada eksisting yang selanjutnya dijadikan dasar pertimbangan dalam menentukan langkah eksperimen dan verifikasi hasil simulasi untuk keakuratan data.

Prosedur pengamatan dan pengukuran lapangan yang dirancang pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu pengukuran data fisik bangunan dan pengukuran intensitas pencahayaan alami pada bangunan. Pengukuran data fisik bangunan meliputi :

#### **a. Pengukuran geometri**

Melakukan pengukuran pada ruang bilik, laras dan pematang meliputi :

- Dimensi bangunan

Meliputi ukuran panggung dari tanah ke bangunan, ukuran luasan lantai, ukuran luasan dinding baik dinding luar maupun dinding dalam, ketinggian atap dari permukaan lantai dan volume ruangan.

- Dimensi bukaan

Meliputi luas bukaan dan ketinggian bukaan dari lantai berupa pintu dan lubang antara dinding dengan atap pada dinding luar dan dalam.

**b. Mengidentifikasi karakteristik material**

Mengidentifikasi material yang digunakan pada elemen bangunan yang dapat mempengaruhi kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan yaitu dinding, lantai, atap dan bukaan. Dengan mengidentifikasi material ini maka dapat mengetahui reflektansi material yang dapat digunakan dalam pembahasan kinerja pencahayaan alami di dalam ruangan.

Teknik pengukuran pencahayaan yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Pencahayaan di Tempat Kerja. Persyaratan dan tata cara pengukuran intensitas pencahayaan adalah sebagai berikut :

**a. Alat Ukur**

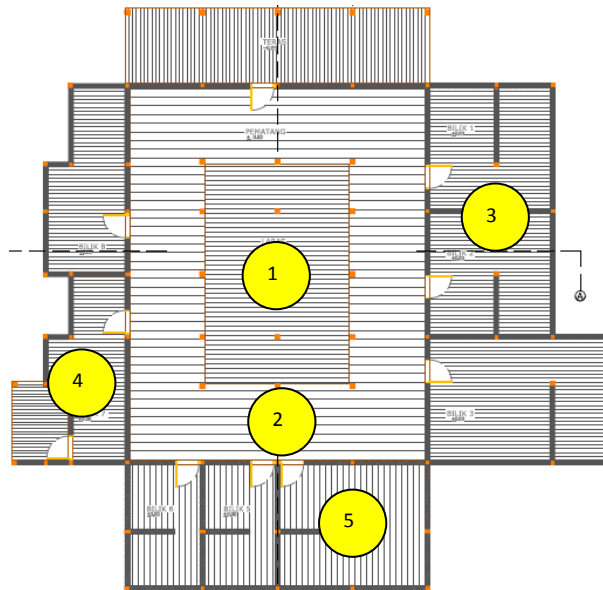
Alat ukur yang digunakan adalah luxmeter, yang merupakan alat yang digunakan mengukur intensitas pencahayaan dalam satuan lux. Lux adalah satuan intensitas pencahayaan per meter persegi yang dijatuhkan arus cahaya sebesar 1 lumen (Szokolay, 2004). Spesifikasi luxmeter digital yang digunakan yaitu model LX1010BS merk DEKO dengan rentang pengukuran 1~100.000 lux. Luxmeter ini memiliki dimensi 130(L) x 72(W) x 30(H) milimeter dengan layar LCD 18 milimeter. Luxmeter ini memiliki resolusi 1 lux dengan tingkat akurasi 4% untuk kuat cahaya  $\leq 10.000$  lux dan 5% untuk kuat cahaya  $\geq 10.000$  lux.

**b. Pemilihan waktu pengukuran iluminasi**

Pemilihan waktu penelitian lapangan berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Steffy (2002), yaitu analisa pencahayaan alami harus mereview data pencahayaan alami sekurangnya tiga hari dalam setahun. Dalam 1 hari, data yang didapatkan minimal 3 kali pengukuran pada pukul 09.00, 12.00 dan 15.00 menyesuaikan dengan waktu setempat. Waktu yang dipilih memungkinkan jika kondisi langit tidak mendung atau hujan. Pengukuran dilakukan lebih dari 1 hari untuk keakuratan data lapangan.

**c. Pemilihan tempat dan titik ukur pengukuran iluminasi**

Pengukuran dilakukan pada ruang laras, pematang dan beberapa ruang bilik yang memiliki karakteristik yang berbeda. Dalam suatu ruangan, titik ukur memiliki jarak 1 meter dan ditempatkan pada bidang kerja diukur dari ketinggian 0,75 meter dari permukaan lantai.



Gambar 3.6. Lokasi pengukuran pencahayaan alami pada ruangan

Berikut adalah dasar pemilihan lokasi ruangan dalam pengukuran berdasarkan pada gambar 3.6.

- Nomor 1 : ruang Pematang  
Digunakan untuk aktivitas upacara. Memiliki karakteristik ruang yang paling dalam karena berada di tengah-tengah bangunan dan memiliki potensi mendapatkan cahaya alami paling rendah dari ruang yang lain.
- Nomor 2 : ruang Laras  
Digunakan untuk sirkulasi dan ruang bersosialisasi. Memiliki karakteristik cahaya alami langsung dari bukaan dinding luar di Utara dan cahaya alami tidak langsung dari bukaan dinding dalam yang berbatasan dengan bilik di Barat, Selatan dan Timur.
- Nomor 3 : ruang Bilik 1 (besar)  
Berfungsi sebagai kamar tidur dan dapur. Memiliki bentuk memanjang serta mendapatkan cahaya alami dari Utara dan Timur.

- Nomor 4 : ruang Bilik 2 (sedang)  
Berfungsi sebagai kamar tidur dan dapur. Memiliki bentuk tidak beraturan serta mendapatkan cahaya alami dari Barat dan Selatan.
- Nomor 5 : ruang Bilik 3 (kecil)  
Berfungsi sebagai kamar tidur dan dapur. Memiliki bentuk kompak serta mendapatkan cahaya alami dari sisi Timur dan Selatan.

**d. Pengukuran nilai iluminasi di luar dan di dalam bangunan**

Pengukuran dilakukan di dalam dan di luar bangunan secara bersamaan pada titik-titik ukur (grid) yang sudah ditetapkan untuk mengukur iluminasi di luar sebagai sumber cahaya alami dan di dalam setelah cahaya alami masuk ke dalam bangunan. Alat yang digunakan adalah lux meter dengan spesifikasi yang telah dijelaskan pada subab data primer.

**e. Merekam fenomena pencahayaan alami di dalam bangunan**

Melakukan pengamatan dan perekaman fenomena pencahayaan alami pada tiap ruangan selama terdapat cahaya matahari. Fenomena dapat diidentifikasi berupa jangkauan cahaya matahari yang masuk atau cahaya yang dipantulkan atau pendistribusian cahaya alami berupa ruangan yang mendapat banyak cahaya matahari dan sedikit cahaya matahari dan sebagainya. Pengamatan dan perekaman dapat berupa catatan, sketsa, foto atau video. Hal ini untuk memverifikasi dan menjelaskan pola distribusi pencahayaan alami pada pengukuran lapangan dan simulasi.

**f. Merekam aktivitas penghuni**

Melakukan pengamatan dan perekaman pada aktivitas penghuni pada tiap ruangan dari pagi hingga sore hari dimana terdapat cahaya alami. Pengamatan dan perekaman dapat berupa catatan, sketsa, foto atau video. Hal ini untuk menilai apakah kinerja pencahayaan alami pada ruangan sudah cukup untuk kebutuhan aktivitas penghuni.

### **3.6.2 Eksperimen**

Prosedur eksperimen yang dirancang pada penelitian ini untuk mencapai tujuan dan menjawab pertanyaan penelitian antara lain :

**a. Penetapan *Base Case***

Base case yang dimaksud yaitu model bangunan sesuai dengan kondisi eksisting berdasarkan detail pada tabel 3.3. Ruang-ruang yang dikaji hanya beberapa ruang yaitu ruang pematang, laras dan 3 ruang bilik yaitu bilik 1 atau besar, bilik 2 atau sedang dan bilik 3 atau kecil dengan karakteristik bentuk dan orientasi ke 3 bilik yang berbeda.

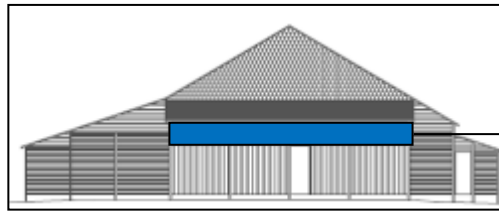
Tabel 3.4. Model Kondisi Eksisting / *Base Case*

<b>Deskripsi</b>	Bukaan antara dinding dengan atap mengikuti kondisi eksisting hasil pengukuran geometri di lapangan tanpa adanya perubahan.
<b>Dasar Pengkondisian</b>	Acuan pengkondisian 1 dan 2 serta acuan verifikasi hasil pengukuran di lapangan
<b>Tujuan Pengkondisian</b>	Untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami berdasarkan kondisi eksisting yang akan diverifikasi terhadap hasil pengukuran lapangan sebelum melakukan pengkondisian 1 dan 2.
<b>Detail Pengkondisian</b>	Luasan dan posisi bukaan tetap Dilakukan penyederhanaan berupa menghilangkan obstruksi pada samping kiri-kanan dan belakang, menghilangkan celah-celah kecil pada dinding dan lantai serta menghilangkan perabot upacara di ruang Pematang.

**b. Penetapan Pengkondisian**

Pengkondisian bukaan yang direncanakan bertujuan untuk mengetahui hubungan luas dan posisi bukaan yang menjadi kekhasan bukaan rumah Adat Balai Padang terhadap pemenuhan aktivitas penghuni masa kini yang berada di dalam ruangan dari pagi hingga sore hari. Perubahan luas dan posisi bukaan selain merujuk kepada teori pencahayaan, juga berdasarkan aturan yang diperbolehkan pada rumah Adat Balai Padang.

## KONDISI EKSISTING



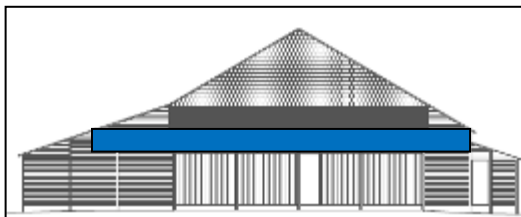
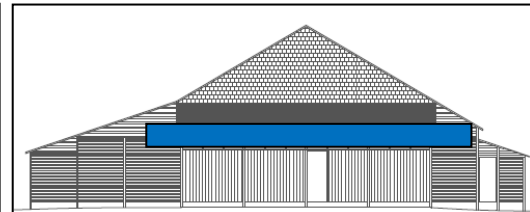
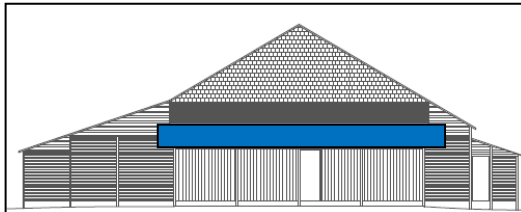
BUKAAN

Luas dan ketinggian dari lantai bukaan pada dinding sesuai dengan kondisi di lapangan tanpa ada perubahan.

## PERUBAHAN LUASAN BUKAAN (PENGKONDISIAN 1)

Variasi 1 = penambahan luasan 10%

Variasi 2 = penambahan luasan hingga 20%



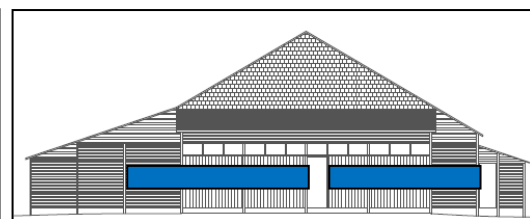
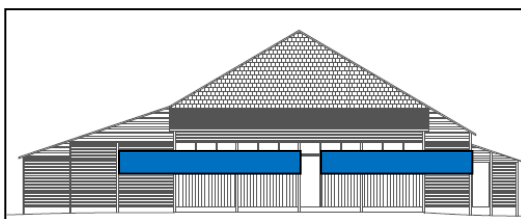
Variasi 3 = penambahan luasan hingga 30%

Luasan bukaan dengan memperbesar 20% berdasarkan penelitian Urasa (1998)

## PERUBAHAN KETINGGIAN BUKAAN (PENGKONDISIAN 2)

Variasi 1 = AA aditurunkan hingga atas pintu

Variasi 2 = AB diturunkan hingga bidang kerja



Ketinggian ambang bawah bukaan diturunkan hingga bidang kerja +1m dari lantai berdasarkan rekomendasi penelitian Wirawan (2007)

Daftar Istilah penamaan eksperimen dan ruang :

- PE : Pemodelan Eksisting
- PL WWR 10% : Pengkondisian 1 Variasi 1, memperbesar luas dengan WWR 10%
- PL WWR 20% : Pengkondisian 1 Variasi 2, memperbesar luas dengan WWR 20%
- PL WWR 30% : Pengkondisian 1 Variasi 3, memperbesar luas dengan WWR 30%
- PP AB-Pintu : Pengkondisian 2 Variasi 1, menurunkan posisi ambang bawah sejajar atas pintu
- PP AA-Pintu : Pengkondisian 2 Variasi 2, menurunkan posisi ambang atas sejajar atas pintu

Gambar 3.7. Aplikasi pengkondisian eksperimen pada Balai Adat Padang

Gambar 3.7 menunjukkan gambaran pengkondisian yang diberikan pada subyek penelitian rumah Adat Balai Padang. Gambar tersebut hanya menampilkan kondisi pada dinding depan atau dinding pada bagian sisi Barat laut bangunan. Pada dinding belakang (tenggara), samping kanan (Timur laut) dan samping kiri (Barat daya) juga diberi perlakuan sama sesuai pengkondisian 1 dengan 3 variasi dan pengkondisian 2 dengan 2 variasi. Berikut adalah penjabaran model kondisi eksisting dan pengkondisian :

- **Pengkondisian 1**

Merupakan pengkondisian dengan mengubah luas bukaan pada dinding luar dengan penjabaran sebagai berikut :

Tabel 3.5. Pengkondisian 1

<b>Deskripsi</b>	Bukaan lubang antara dinding dengan atap ditambah luasnya dengan menurunkan ketinggian ambang bawah bukaan, tetapi memiliki posisi yang tetap. Perubahan dilakukan di semua dinding luar
<b>Dasar Pengkondisian</b>	Faktor yang mempengaruhi kinerja pencahayaan alami yaitu luas bukaan (Szokolay, 1998)
<b>Tujuan Pengkondisian</b>	Tujuan dari pengkondisian 1 ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan luasan bukaan jika dibandingkan dengan kondisi eksisting / base case
<b>Detail Pengkondisian</b>	Luasan diperbesar hingga 20% berdasarkan rekomendasi dari penelitian Urasa (1998)
<b>Variasi</b>	Terdapat 3 variasi perubahan luasan yaitu : 1. Memperbesar hingga 10% untuk mengetahui pengaruh dari kondisi eksisting ke 20% 2. Memperbesar hingga 20% sesuai rekomendasi penelitian terdahulu 3. Memperbesar hingga 30% untuk mengetahui pengaruh jika ditingkatkan lebih dari 20%

- **Pengkondisian 2**

Merupakan pengkondisian dengan mengubah posisi bukaan pada



dinding luar dengan penjabaran sebagai berikut :

Tabel 3.6. Pengkondisian 2

<b>Deskripsi</b>	Bukaan antara dinding dengan atap diubah posisinya yaitu ambang atas dan bawah diturunkan ke bawah hingga ke bidang kerja 1m diatas permukaan lantai. Pada kondisi eksisting, mayoritas bukaan berupa lubang antara dinding dan atap yang ada berada pada posisi teratas dinding yang terbayangi oleh overhang, sehingga perubahan yang paling memungkinkan terkait posisi adalah menurunkan bukaan. Perubahan dilakukan di semua sisi dinding luar bangunan.
<b>Dasar Pengkondisian</b>	Faktor yang mempengaruhi kinerja pencahayaan alami yaitu posisi bukaan (Szokolay, 1998) Posisi bukaan mempertimbangkan pembayangan dari overhang (Evans, 1981)
<b>Tujuan Pengkondisian</b>	Tujuan dari pengkondisian 2 ini adalah untuk mengetahui peran posisi bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami pada ruang bilik, laras dan pematang.
<b>Detail Pengkondisian</b>	Posisi diturunkan hingga bidang kerja 0,75m – 1m dari atas lantai berdasarkan rekomendasi penelitian Wirawan (2007)
<b>Variasi</b>	Terdapat 2 variasi perubahan ketinggian yaitu : 1. Menurunkan posisi bukaan hingga atas pintu dengan ambang atas 1,7m dan ambang bawah 1,2-1,4m untuk mengetahui pengaruh dari kondisi eksisting hingga sebelum ke bidang kerja 2. Mengurunkan posisi bukaan hingga ambang bawah mencapai bidang kerja 1m berdasarkan rekomendasi penelitian terdahulu

Pada tiap pengkondisian, pintu yang dibuka sesuai dengan pintu yang dibuka pada saat pengukuran di lapangan. Buka tutup pintu ini didasarkan pada perubahan pola aktivitas penghuni masa kini yang banyak di dalam bangunan. Sehingga terdapat potensi penggunaan pintu dibuka tutup atau pintu terbuka lebih besar daripada kondisi masa lalu dengan pintu ditutup karena penghuni banyak beraktivitas di luar bangunan. Dengan kondisi pintu terbuka, maka dapat meningkatkan potensi cahaya yang masuk ke dalam ruang bilik, laras dan pematang lebih besar. Luasan 20% yang dimaksud disini adalah luasan bukaan dinding dengan atap tanpa ditambah dengan luasan dari pintu.

**c. Simulasi Komputer**

Simulasi pada penelitian ini menggunakan *software Simulasi Autodesk Ecotect Analysis 2011*. program ecotect diciptakan oleh Dr. Andrew Marsh dan pertama kali digunakan untuk mempresentasikan tesisnya di *School of Architecture and Fine Arts at The University of Western Australia*. Program ini bertujuan untuk membantu dalam menentukan konsep desain yang memperhatikan performa bangunan. Versi 2.5 merupakan program komersial pertama yang dirilis pada tahun 1997. Versi selanjutnya adalah versi 3.0 pada tahun 1998, versi 4.0 pada tahun 2000, versi 5.0 pada tahun 2002 dan versi 5.2 untuk menyempurnakan versi pada tahun yang sama hingga versi terakhir yang dikeluarkan adalah pada tahun 2011. Program ini dapat menampilkan hasil analisis berupa nilai DF dan gambar kontur isolux. Nilai DF digunakan untuk menilai performa pencahayaan alami terkait standar sesuai aktivitas. Kontur isolux digunakan untuk menunjukkan distribusi pencahayaan alami. Selain itu kelebihan program ini dapat diintegrasikan dengan program grafis yang lainnya yaitu Autocad dan program simulasi pencahayaan lainnya yaitu Radiance.

Simulasi menggunakan *software Autodesk Ecotect Analysis* baik menggunakan versi 2011 maupun versi sebelumnya telah banyak dilakukan oleh peneliti yang bertujuan untuk mengidentifikasi kinerja pencahayaan alami suatu bangunan. Susanti (2015) melakukan penelitian terkait kinerja pencahayaan alami untuk mengetahui nilai iluminasi, DF dan distribusi

dengan kontur menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis 2011*, Setyaningrum (2014) dengan penelitian dan tujuan yang sama menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis versi 5.2*, Alrikagusti (2012) melakukan penelitian terkait kajian penggunaan skylight untuk perbaikan pencahayaan alami pada bangunan Rumah Limas menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis versi 5.6*, dan Mazloomi (2010) menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis versi 5.6* untuk mengetahui pengaruh WWR terhadap peningkatan kinerja pencahayaan alami (DF). Tahapan simulasi yang dilakukan sebagai berikut :

- **Melakukan Pemodelan Bentuk dan Bukaannya Bangunan**

Permodelan dilakukan pada keseluruhan bangunan Rumah Adat Balai Padang dengan mengaplikasikan bukaan antara dinding dengan atap pada dinding bagian luar dengan 6 pemodelan yaitu :

1. Model eksisting sebagai *base case*
2. Model pengkondisian 1 variasi 1 yaitu luasan bukaan antara dinding dengan atap ditingkatkan hingga 10%
3. Model pengkondisian 1 variasi 2 yaitu luasan bukaan antara dinding dengan atap ditingkatkan hingga 20%
4. Model pengkondisian 1 variasi 3 yaitu luasan bukaan antara dinding dengan atap ditingkatkan hingga 30%
5. Model pengkondisian 2 variasi 1 yaitu posisi bukaan antara dinding dengan atap diturunkan hingga ketinggian ambang atas pintu 1,7 meter
6. Model pengkondisian 2 variasi 2 yaitu posisi bukaan antara dinding dengan atap diturunkan hingga ketinggian bidang kerja 1 meter

- **Melakukan Pemodelan Material Bangunan**

Material ruangan yang akan dimodelkan pada *Autodesk Ecotect Analysis 2011* disesuaikan mendekati karakteristik material dari bangunan Rumah Balai yang didapat dari hasil pengukuran langsung di lapangan. Untuk tujuan penyederhanaan, perabotan yang ada pada ruangan diabaikan.

- **Menetapkan Orientasi Bangunan**

Orientasi disesuaikan dengan kondisi eksisting bangunan yang dijadikan subjek penelitian yaitu rumah balai. Orientasi tidak hanya ditunjukkan

dalam skala 8 arah mata angin, tetapi dalam satuan derajat sudut dari 0° hingga 360° dengan acuan 0° dan 360° adalah arah Utara.

- **Menentukan Grid atau Titik Ukur pada Ruang**

Grid pengukur pada tiap ruangan memiliki jarak tiap 1 meter dan ditempatkan pada bidang kerja setinggi 1 meter dari permukaan lantai. Perencanaan grid tersebut pada ruangan berfungsi untuk memperoleh nilai iluminan, DF dan ketelitian penggambaran profil iluminan pada potongan ruang untuk tahapan analisa data. Selain itu dari pola grid yang sudah ditentukan dapat dilihat data isokontur pola penyebaran iluminan dan *uniformity* cahaya alami didalam ruangan. Untuk mendapatkan data isokontur yang menyeluruh dalam ruangan digunakan kamera dengan dimensi aperture yang telah disesuaikan dengan luasan ruangan dan diletakkan pada jarak 1 m dari lantai.

- **Menentukan Zona dan Ketentuan Iklim dan Lokasi**

Zona yang digunakan untuk simulasi pencahayaan yaitu koordinat lintang dan bujur sesuai dengan lokasi eksisting Rumah Balai yang didapatkan pada instansi setempat. Data iklim yang digunakan adalah data iklim lokasi setempat. Kondisi langit yaitu *Overcast* disesuaikan dengan kondisi langit pada iklim tropis lembab (Lauber,2005), untuk iluminan langit yang dipergunakan sebagai patokan perancangan yaitu kondisi iluminan langit Indonesia sebesar 10.000 lux (Satwiko,2005).

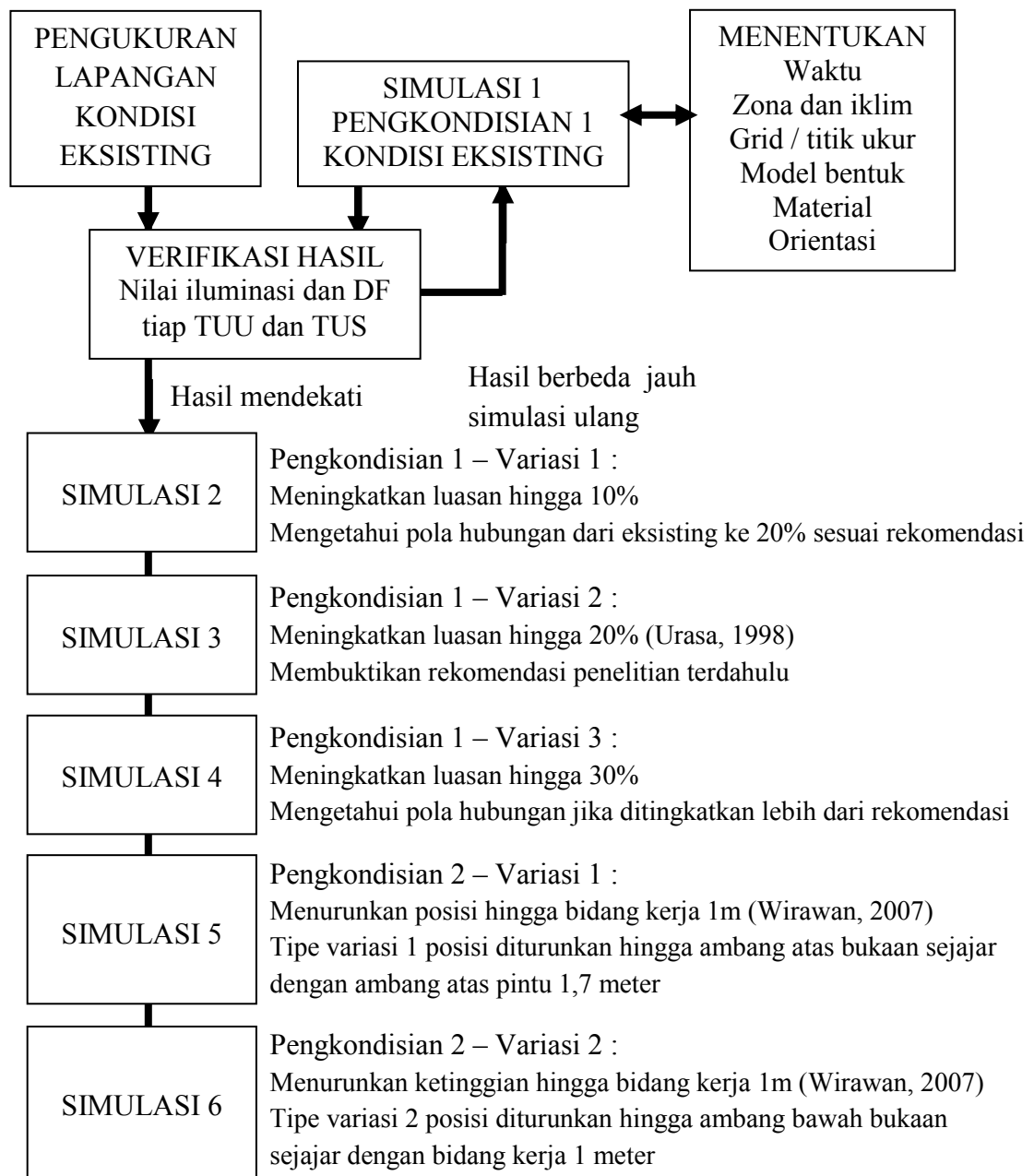
- **Menentukan Waktu Simulasi**

Penelitian dilakukan di Rumah Balai pada ruang Bilik, Laras dan pematang. Untuk waktu pengukuran iluminan menurut Steffy (2002), analisa pencahayaan alami harus mereview data pencahayaan alami sekurangnya tiga hari dalam setahun, masing-masing sekurangnya tiga kali dari masing-masing hari yaitu pada pukul 09.00, 12.00 dan 15.00. Pada penelitian ini waktu dari pengukuran diambil saat kondisi *solar altitude* tepat pada *zenith* sehingga iluminan yang dihasilkan dalam kondisi optimal yaitu pukul 12.00 pada tanggal dan bulan saat pengukuran lapangan yang dilakukan pada musim kemarau.

### • Hasil Simulasi

Setelah simulasi dijalankan, maka akan didapatkan data berupa nilai iluminan (lux), nilai *daylight factor* (%) dan grafik isokontur iluminan didalam ruangan yang telah diteliti yang meliputi ruang bilik yang terdiri dari ruang tidur dan dapur, ruang laras sebagai ruang keluarga dan sirkulasi dan ruang pematang yang berfungsi sebagai ruang upacara.

Gambar 3.8 menunjukkan skema tahap simulasi pada penelitian ini.



Gambar 3.8. Skema tahapan simulasi

#### d. Pengukuran Variabel Terikat

Pengukuran variabel terikat, berupa kinerja pencahayaan alami dimana bukaan diaplikasikan. Kinerja pencahayaan alami difokuskan pada nilai kuantitatif yaitu nilai iluminasi, nilai DF dan distribusinya berdasarkan uniformity ratio.

#### e. Verifikasi Hasil

Dari hasil eksperimen dilakukan perbandingan pada simulasi kondisi eksisting (pengkondisian 1) dengan pengukuran lapangan untuk keakuratan data sebelum melakukan pengkondisian selanjutnya.

### 3.7 Analisis dan Pembahasan

Setelah melakukan pengukuran di lapangan dan pengolahan data melalui simulasi, tahapan selanjutnya adalah menganalisis data. Data yang dianalisis yaitu data hasil pengamatan lapangan dan data hasil dari eksperimen dengan simulasi.

#### 3.7.1 Analisis Hasil Pengamatan dan Pengukuran Lapangan

Berikut adalah penjabaran analisis kinerja pencahayaan alami pada pengamatan lapangan yang akan dilakukan di rumah Adat Balai Padang ini :

Tabel 3.7. Analisis hasil pengamatan dan pengukuran lapangan

Tujuan	Parameter yang digunakan dalam analisis
Untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami serta faktor-faktor yang paling dominan dalam mempengaruhi kinerja pencahayaan alami di dalam dan di luar bangunan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lokasi astronomis dan geografis bangunan serta kondisi lingkungan sekitar</li><li>• Data pengukuran dan pengamatan kondisi fisik bangunan</li><li>• Nilai iluminasi (maksimum, minimum dan rata-rata) pada TUU dan TUS berupa tabel atau grafik dikaitkan dengan standart nilai iluminasi berdasarkan SNI 03-6197-2000 yaitu ruang tamu / keluarga 120-150 lux, ruang tidur 120-250 lux dan dapur 250 lux</li><li>• Nilai DF (maksimum, minimum dan rata-rata) pada TUU dan TUS berupa tabel atau grafik dikaitkan dengan standart nilai DF berdasar kan Littlefair (2001) yaitu ruang tamu / keluarga 1,5%,</li></ul>
Untuk mengetahui pengaruh luas dan posisi bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami serta pemenuhan terhadap standart	

	ruang tidur 1% dan dapur 2% <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai distribusi dikaitkan dengan standart distribusi pencahayaan alami menggunakan uniformity ratio berdasarkan standar Ander (1995) yaitu nilai iluminasi yang memenuhi standar minimal 40% dari luas ruangan dan Steffy (2002) terkait perbandingan nilai rata-rata iluminan terhadap nilai minimumnya yaitu sebesar 3:1 dan terhadap nilai maksimum sebesar 6:1</li> </ul>
--	---

### 3.7.2 Analisis Hasil Eksperimen dengan Simulasi

Analisis hasil eksperimen dengan simulasi dibagi menjadi beberapa analisis untuk menjawab pertanyaan penelitian. Analisis pertama terkait dengan verifikasi data hasil pengukuran lapangan dan simulasi pada pengkondisian 1 dengan tujuan dan parameter sebagai berikut :

Tabel 3.8. Analisis hasil verifikasi data pengukuran lapangan dan simulasi

Tujuan	Parameter yang digunakan dalam analisis
Untuk mengetahui selisih hasil pengukuran pencahayaan alami di lapangan dan simulasi pada pengkondisian 1 (eksisting)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai DF pada titik pengukuran TUU dan TUS dibuat dalam grafik</li> <li>• Identifikasi penyederhanaan pemodelan simulasi untuk menjelaskan selisih antara hasil pengukuran di lapangan dan simulasi</li> </ul>

Analisis kedua terkait dengan pengaruh perubahan luasan bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami pada pengkondisian 1 dan 2 simulasi pada tabel 3.8.

Tabel 3.9. Analisis hasil pengaruh luasan bukaan

Tujuan	Parameter yang digunakan dalam analisis
Untuk mengetahui pengaruh luas bukaan terhadap kuantitas dan distribusi pencahayaan alami pada pengkondisian 1 dengan variasi 1 (bukaan diperbesar 10%), variasi 2 (bukaan diperbesar 20%) dan variasi 3 (bukaan diperbesar 30%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai iluminasi (maksimum, minimum dan rata-rata) pada TUU dan TUS berupa tabel atau grafik berdasarkan SNI 03-6197-2000 yaitu ruang tamu / keluarga 120-150 lux, ruang tidur 120-250 lux dan dapur 250 lux</li> <li>• Nilai DF (maksimum, minimum dan rata-rata) pada TUU dan TUS berupa tabel atau grafik berdasarkan Littlefair (2001) yaitu ruang tamu / keluarga 1,5%, ruang tidur 1% dan dapur 2%</li> <li>• Nilai distribusi menggunakan uniformity ratio tiap ruangan dan dalam 1 bangunan berdasar kan</li> </ul>

	<p>standar Ander (1995) yaitu nilai iluminasi yang memenuhi standar minimal 40% dari luas ruangan dan Steffy (2002) terkait perbandingan nilai rata-rata iluminan terhadap nilai minimumnya yaitu sebesar 3:1 dan terhadap nilai maksimum sebesar 6:1 Perbandingan dengan hasil pada kondisi eksisting dan perbandingan hasil pada pengkondisian 1 antara variasi 1, 2 dan 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analisa variabel bebas dan terikat juga dianalisa menggunakan variabel kontrol</li> </ul>
--	---

Analisis ketiga terkait dengan pengaruh perubahan posisi bukaan terhadap kinerja pencahayaan alami pada pengkondisian 2 pada tabel 3.9 dengan tujuan dan parameter yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 3.10. Analisis hasil pengaruh posisi bukaan

<b>Tujuan</b>	<b>Parameter yang digunakan dalam analisis</b>
Untuk mengetahui pengaruh posisi bukaan terhadap kuantitas dan distribusi pencahayaan alami pada pengkondisian 2 dengan variasi 1 (posisi diturunkan hingga ambang atas pintu 1,7m) dan variasi 2 (posisi diturunkan hingga bidang kerja 1m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nilai iluminasi (maksimum, minimum dan rata-rata) pada TUU dan TUS berupa tabel atau grafik berdasarkan SNI 03-6197-2000 yaitu ruang tamu / keluarga 120-150 lux, ruang tidur 120-250 lux dan dapur 250 lux</li> <li>Nilai DF (maksimum, minimum dan rata-rata) pada TUU dan TUS berupa tabel atau grafik berdasar kan Littlefair (2001) yaitu ruang tamu / keluarga 1,5%, ruang tidur 1% dan dapur 2%</li> <li>Nilai distribusi menggunakan uniformity ratio tiap ruangan dan dalam 1 bangunan berdasar kan standar Ander (1995) yaitu nilai iluminasi yang memenuhi standar minimal 40% dari luas ruangan dan Steffy (2002) terkait perbandingan nilai rata-rata iluminan terhadap nilai minimum nya yaitu sebesar 3:1 dan terhadap nilai maksimum sebesar 6:1 Perbandingan dengan hasil pada kondisi eksisting dan perbandingan hasil pada pengkondisian 2 antara variasi 1 dan 2.</li> <li>Analisa variabel bebas dan terikat juga dianalisa menggunakan variabel kontrol</li> </ul>



## **BAB 4**

### **HASIL PENGAMATAN LAPANGAN**

Pengamatan lapangan dilakukan untuk mengetahui fenomena obyek yang diteliti. Pengamatan yang dilakukan berupa kondisi fisik lingkungan dan bangunan, aktivitas penghuni dan kinerja pencahayaan alami di dalam dan diluar bangunan. Pengamatan lapangan terkait kinerja pencahayaan alami yang terjadi pada rumah Adat Balai Padang untuk menjawab permasalahan pertama yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pencahayaan alami. Selain itu, hasil pengukuran lapangan terkait kondisi fisik bangunan dan kinerja pencahayaan alami dijadikan dasar dalam menentukan eksperimen dan verifikasi hasil simulasi kondisi eksisting (*base case*) untuk keakuratan data.

#### **4.1 Kondisi Fisik Lingkungan dan Bangunan**

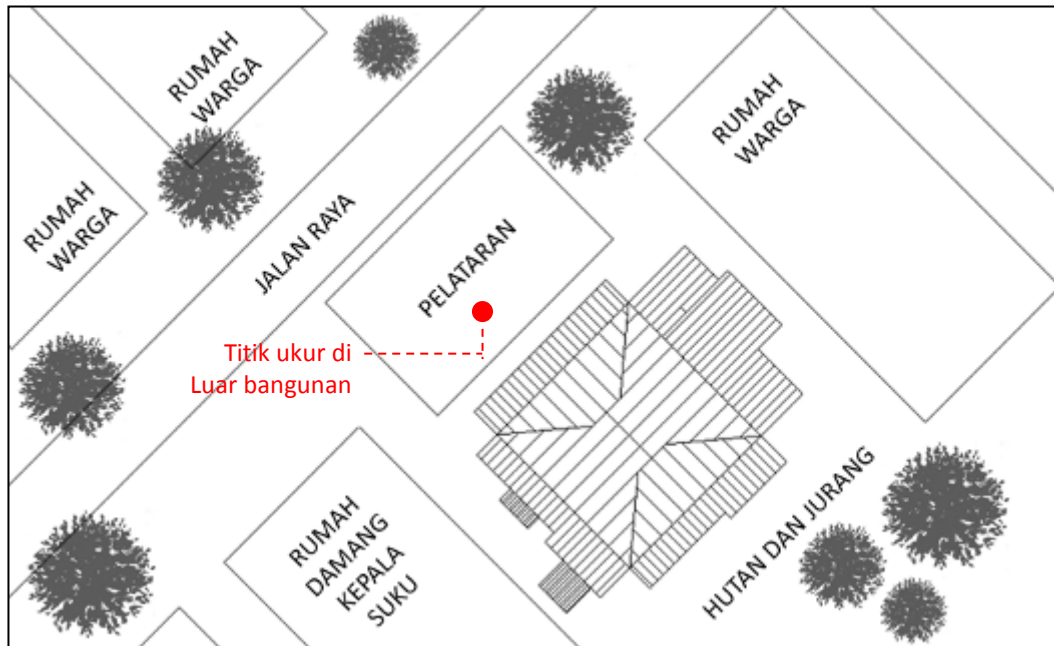
Kondisi fisik bangunan meliputi lokasi bangunan secara astronomis dan geografis, kondisi lingkungan sekitar rumah Adat Balai Padang dan kondisi bangunan rumah Adat Balai Padang.

##### **4.1.1 Lokasi Bangunan**

Rumah Adat Balai Padang terletak di desa Malinau, Kecamatan Loksado, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Propinsi Kalimantan Selatan. Secara astronomis, rumah Adat Balai Padang terletak pada  $2^{\circ}29'59'' - 2^{\circ}56'10''$  LS berada di sebelah Selatan katulistiwa dan secara dominan mendapatkan penyinaran matahari sepanjang tahun pada sisi Utara. Secara geografis, rumah Adat Balai Padang terletak di dataran tinggi pegunungan Meratus yang memiliki ketinggian 450 meter diatas permukaan laut yang berjarak 138 kilometer dari ibukota Propinsi Kalimantan Selatan. Posisi astronomis dan geografis ini digunakan untuk menentukan lokasi obyek pada tahap simulasi terkait dengan data iklim nilai iluminasi matahari.

#### 4.1.2 Kondisi Fisik Lingkungan dan Bangunan

Rumah Adat Balai Padang terletak dalam 1 perkampungan masyarakat Dayak Bukit yang terdiri dari 52 bangunan. Rumah Adat Balai Padang beserta 52 bangunan lainnya tersusun secara liner mengikuti arah jalan seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1. Kondisi Lingkungan Sekitar Bangunan

##### A. Tampak dan Batas-batas Bangunan

Orientasi utama sisi depan bangunan menghadap Barat Laut ( $315^\circ$ ) dengan batas-batas sebagai berikut :

- **Batas sisi depan**

Orientasi sisi depan bangunan menghadap arah Barat laut dengan sudut  $315^\circ$ . Pada sisi depan terdapat teras dengan lebar 3 meter dan pelataran terbuka dengan lebar 10 meter sebelum ke jalan raya selebar 4 meter. Pada sisi depan tidak terdapat penghalang berupa bangunan lain atau pohon.



Gambar 4.2. Tampak depan (kiri), teras bangunan dan lapangan (kanan)



Gambar 4.3. Kondisi lapangan (kiri), jalan beserta pola permukiman linear (kanan)

Kondisi lingkungan yang terbuka pada bagian depan bangunan dapat mengakibatkan cahaya alami dapat masuk secara maksimal melalui sisi depan bangunan. Hal ini ditunjang kondisi lapangan di depan bangunan dengan material plester beton yang dapat meningkatkan refleksi pada permukaan tanah.

- **Batas sisi belakang**

Orientasi sisi belakang menghadap arah Timur laut dengan sudut  $45^\circ$ . pada sisi belakang berbatasan dengan jurang dan hutan dengan banyak pohon.



Gambar 4.4. Tampak belakang (kiri), kondisi hutan-jurang dengan banyak pohon (kanan)

Kondisi lingkungan dengan banyak pohon pada bagian belakang dapat mengakibatkan cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal karena terhalangi oleh batang, ranting dan daun pohon yang lebat dengan ketinggian yang mencapai 2x tinggi rumah Adat Balai Padang.

- **Samping kiri**

Orientasi sisi samping kiri menghadap arah tenggara dengan sudut  $135^\circ$ . pada sisi samping kiri berbatasan dengan bangunan lain yaitu rumah ketua suku (damang) yang berjarak minimal 0,4 dan maksimal 1 m. Jarak bangunan lain yang sangat dekat merupakan obstruksi yang dapat menghalangi masuknya cahaya alami ke dalam bangunan.



Gambar 4.5. Tampak samping kiri (kiri) dan batas sebelah kiri bangunan kepala suku / damang (kanan)

- **Samping kanan**

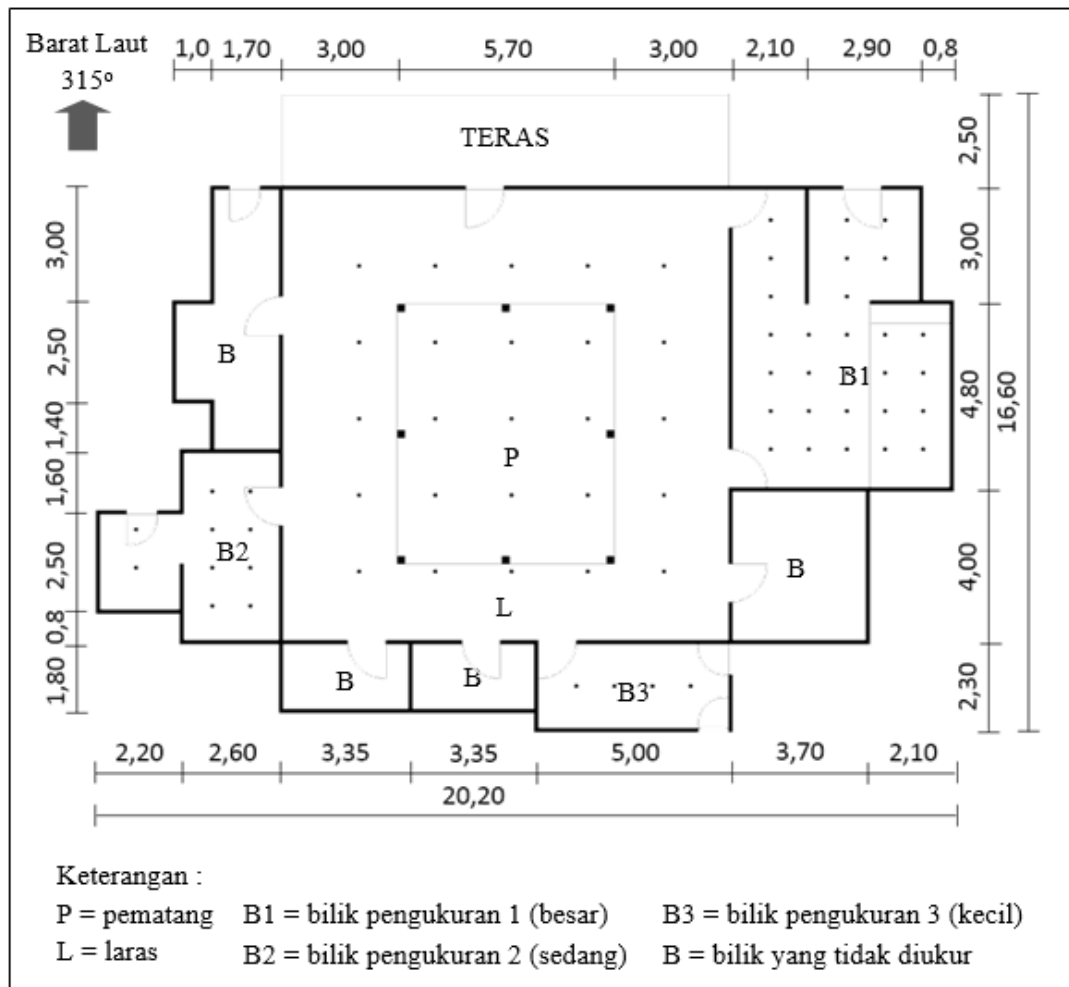
Orientasi sisi samping kanan menghadap arah Barat daya dengan sudut  $225^{\circ}$ . pada sisi samping kanan berbatasan dengan bangunan lain yaitu rumah tetangga yang berjarak minimal 2 dan maksimal 3 m. Sama seperti pada sisi samping kiri bangunan, bangunan tetangga ini juga merupakan obstruksi yang menghalangi masuknya cahaya alami ke dalam bangunan.



Gambar 4.6. Tampak samping kanan (kiri) dan batas sebelah kanan bangunan (kanan)

## B. Denah dan Pembagian Ruang

Denah bangunan pada pengukuran di lapangan mengalami perubahan jika dibandingkan dengan denah rumah Adat Balai Padang pada Buku Tipologi Rumah Adat Balai (Muchammad, 2007). Konfigurasi ruang pada pengukuran lapangan tetap dengan hirarki dari luar ke dalam yaitu Bilik, Laras dan Pematang. perbedaan terdapat pada bentuk ruang Bilik pada dinding terluar. Pada buku Tipologi Rumah Adat Balai, dinding terluar ruang bilik rata tidak ada maju mundur seperti pada pengukuran lapangan. Berdasarkan informasi dari ketua suku, adanya bantuk yang tidak beraturan (maju-mundur) pada dinding diakibatkan oleh penambahan kebutuhan luasan ruang terutama untuk dapur yang berada di dalam ruang Bilik. Berikut adalah denah hasil pengukuran lapangan :



Gambar 4.7. Denah Adat Balai Padang berdasarkan hasil pengukuran lapangan

Pembagian ruang terdiri dari ruang Pematang sebagai ruang upacara yang terletak di tengah bangunan yang dikelilingi oleh ruang Laras, ruang Laras sebagai ruang keluarga dan sirkulasi yang terletak antara ruang Pematang dan Bilik serta ruang Bilik sebagai ruang privat keluarga yang berfungsi sebagai ruang tidur dan dapur. Terdapat 1 ruang Pematang, 1 ruang Laras dan 7 ruang Bilik.

Titik-titik pada denah merupakan titik ukur berupa TUU dan TUS serta grid pada tiap ruangan. Pengukuran pencahayaan alami dilakukan pada ruang Laras dan Pematang, tetapi hanya 3 bilik yang dilakukan pengukuran berdasarkan karakteristik luasan, bentuk, batas ruang serta orientasi yang sudah dipaparkan pada bab 3. Terdapat 66 titik ukur dengan rincian 24 titik pada ruang Laras-Pematang, 28 titik pada ruang Bilik 1, 10 titik pada ruang Bilik 2 dan 4 titik pada ruang Bilik 3.

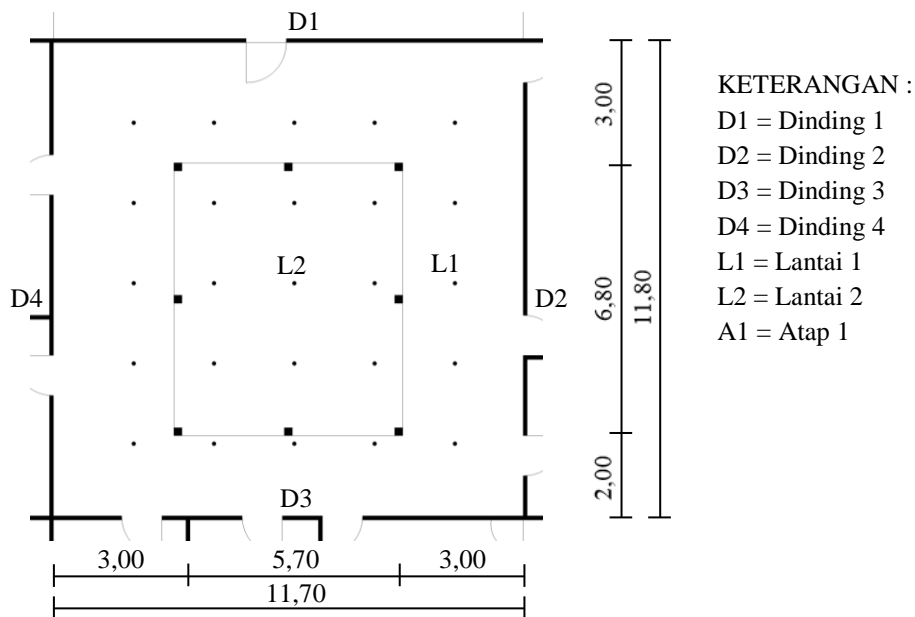


#### 4.1.3 Kondisi Fisik Ruang Laras dan Pematang

Ruang Pematang merupakan ruang upacara dan ruang Laras merupakan ruang berkumpul keluarga yang terletak di tengah bangunan.

##### A. Denah dan Titik Ukur Pencahayaan

Berikut adalah detail denah Laras-Pematang beserta 24 titik ukur tiap 2m.



Gambar 4.8. Denah ruang Laras dan Pematang

##### B. Dinding dan Bukaannya

Berikut adalah kondisi dinding dan bukaan pada ruang Laras-Pematang :



Gambar 4.9. Dinding ruang Laras-Pematang. Dinding 1 (kiri), 2 (kanan)



Gambar 4.10. Dinding ruang Laras-Pematang. Dinding 3 (kiri), 4 (kanan)

Berikut adalah hasil pengukuran dinding dan bukaan pada Laras-Pematang :

Tabel 4.1. Dimensi dan material dinding keseluruhan ruang Laras-Pematang

Kode	Alas	Tinggi	Luas	$\pm$ 0,00	Material	Reflektansi
D1	11,70 m	3,30 m	38,61 m <sup>2</sup>	Lantai 1	Kayu kuning	50%
D2	11,80 m	3,30 m	38,94 m <sup>2</sup>	Lantai 1	Kayu coklat	5%
D3	11,70 m	3,30 m	38,61 m <sup>2</sup>	Lantai 1	Kayu hijau	45%
D4	11,80 m	3,30 m	38,94 m <sup>2</sup>	Lantai 1	Kayu hijau	45%

Tabel 4.2. Dimensi bidang void (Bukaan) ruang Laras-Pematang

Kode	Alas	Tinggi	Luas tanpa sekat	Luas eksisting (bersekat)
D1	11,70 m	0,80 m	9,36 m <sup>2</sup>	9,36 m <sup>2</sup>
D2	11,80 m	0,80 m	9,44 m <sup>2</sup>	9,44 m <sup>2</sup>
D3	11,70 m	1,3 m	15,21 m <sup>2</sup>	10,53 m <sup>2</sup> (-30% bilik 3)
D4	11,80 m	1,3 m	15,34 m <sup>2</sup>	12,16 m <sup>2</sup> (-40% bilik 2)

Kode	Bentuk	Tinggi min	Tinggi max	Orientasi	Batas
D1	Kotak	+ 1,70 m	+ 2,50 m	315° (BL)	Outdoor
D2	Kotak	+ 2,00 m	+ 2,80 m	45° (TL)	Bilik 1 (besar)
D3	Kotak	+ 2,00 m	+ 3,30 m	135° (TG)	Bilik 3 (kecil)
D4	Kotak	+ 2,00 m	+ 3,30 m	225° (BD)	Bilik 2 (sedang)

Tabel 4.3. Dimensi bidang void (Pintu) ruang Laras-Pematang

Kode	Dimensi	Jumlah	Luas dibuka total	Luas eksisting
D1	1 x 1,7 m	1	1,70 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup>
D2	1 x 1,7 m	3	5,10 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup> (1 pintu terbuka)
D3	1 x 1,7 m	3	5,10 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup> (1 pintu terbuka)
D4	1 x 1,7 m	2	3,40 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup> (1 pintu terbuka)

Tabel 4.4. Persentase bukaan (100% x luas void / luas keseluruhan) ruang Laras-Pematang

Kode	Persentase Bukaan Total	Persentase Bukaan Eksisting
D1	28,64 % $\rightarrow$ (11,06 / 38,61)	28,64 % $\rightarrow$ (11,06 / 38,61)
D2	37,34% $\rightarrow$ (14,54 / 38,94)	28,61% (11,14 / 38,94)
D3	52,60% $\rightarrow$ (20,31 / 38,61)	31,68% (12,23 / 38,61)
D4	48,12% $\rightarrow$ (18,74 / 38,94)	35,59% (13,86 / 38,94)

Bukaan menggunakan material bingkai kayu dan sekat bambu dan kawat. Pada tabel 4.4 diatas, persentase bukaan total menunjukkan jika semua pintu dibuka dan tidak ada sekat-sekat bambu pada bukaan antara dinding dengan atap. Terdapat potensi peningkatan luasan bukaan jika semua pintu dibuka pada pagi hingga sore hari dan sekat-sekat bambu dihilangkan sehingga dapat meningkatkan nilai iluminasi di dalam bangunan. Peningkatan persentase luasan bukaan minimal 8,73% dan maksimal 20,92%.

### C. Lantai

Berikut adalah hasil pengukuran pada lantai ruang Laras-Pematang.

Tabel 4.5. Dimensi dan material lantai ruang Laras-Pematang

Kode	Panjang	Lebar	Luas	Elevasi	Material	Reflektansi
L1	11,80 m	11,70 m	99,30 m <sup>2</sup>	± 0,00	Kayu coklat	5%
L2	6,80 m	5,70 m	38,76 m <sup>2</sup>	- 0,20	Kayu coklat	5%

### D. Atap

Berikut adalah hasil pengukuran pada atap ruang Laras-Pematang.

Tabel 4.6. Dimensi dan material atap ruang Laras-Pematang

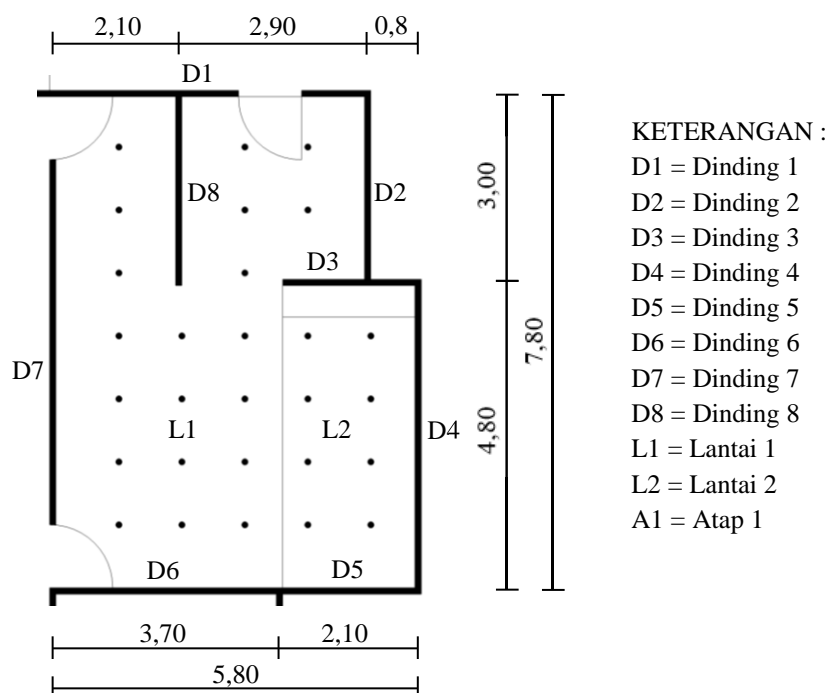
Kode	Tinggi Min	Tinggi Max	Volume	Material	Reflektansi
A1	+ 3,30	+ 6,60	683,40 m <sup>3</sup>	Seng Biru	60%

#### 4.1.4 Kondisi Fisik Ruang Bilik 1 (Besar)

Ruang Bilik merupakan ruang private tiap keluarga yang terdiri dari hanya ruang tidur atau ada juga yang terdapat dapur. Ruang Bilik 1 merupakan ruang bilik yang memiliki dimensi paling besar yang terdiri dari ruang tidur dan dapur.

##### A. Denah dan Titik Ukur Pencahayaan

Berikut adalah detail denah ruang Bilik 1 (besar).



Gambar 4.11. Denah Ruang Bilik 1 (besar)



## B. Dinding dan Bukaannya

Berikut adalah kondisi eksisting dinding dan bukaan pada Bilik 1 :



Gambar 4.12. Dinding dan bukaan pada ruang Bilik 1 (besar) dari dinding 1 (D1) hingga dinding 8 (D8)

Berikut adalah hasil pengukuran dinding dan bukaan pada Bilik 1 :

Tabel 4.7. Dimensi dan material dinding keseluruhan ruang Bilik 1 (besar)

Kode	Alas	Tinggi	Luas	$\pm 0,00$	Material	Reflektansi
D1	5,0m	1,9-3,1 m	12,4 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D2	3,0m	1,90 m	5,7 m <sup>2</sup>	Lt 1	Bambu coklat	10%
D3	2,1m	1,9-2,5 m	4,6 m <sup>2</sup>	Lt 2	Bambu coklat	10%
D4	4,8m	1,95 m	9,4 m <sup>2</sup>	Lt 2	Bambu coklat	10%
D5	2,1m	1,9-2,5 m	4,7 m <sup>2</sup>	Lt 2	Kayu coklat	5%
D6	3,7m	2,2-3,1 m	9,8 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D7	7,8m	3,1 m	24,2 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D8	3,0m	2,6 m	7,8 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%

Tabel 4.8. Dimensi bidang void (bukaan) ruang Bilik 1 (besar)

Kode	Alas	Tinggi	Luas tanpa sekat	Luas eksisting (bersekat)
D1	5,0m	0,6 m	1,02 m <sup>2</sup>	1,02 m <sup>2</sup>
D2	3,0m	0,1 m	0,30 m <sup>2</sup>	0,30 m <sup>2</sup>
D3	-	-	-	-
D4	4,8m	0,1 m	0,73 m <sup>2</sup>	0,73 m <sup>2</sup>
D5	2,1m	0,6 m	1,26 m <sup>2</sup>	1,26 m <sup>2</sup>
D6	3,7m	0,1-1,0 m	2,03 m <sup>2</sup>	1,80 m <sup>2</sup>
D7	7,8m	0,8 m	6,24 m <sup>2</sup>	4,37 m <sup>2</sup> (-30% laras)
D8	-	-	-	-

Kode	Bentuk	Tinggi min	Tinggi max	Orientasi	Batas
D1	Segitiga	+ 1,90 m	+ 3,10 m	315°	Outdoor
D2	Kotak	+ 1,80 m	+ 1,90 m	45°	Outdoor
D3	-	-	-	315°	dalam ruang
D4	Kotak	+ 1,70 m	+ 1,80 m	45°	Outdoor
D5	Segitiga	+ 1,60 m	+ 2,20 m	135°	Outdoor
D6	Segitiga	+ 2,20 m	+ 3,10 m	135°	Bilik
D7	Kotak	+ 1,70 m	+ 1,80 m	225°	Laras-pematang
D8	-	-	-	225°	dalam ruang

Tabel 4.9. Dimensi bidang void (Pintu) ruang Bilik 1 (besar)

Kode	Dimensi	Jumlah	Luas dibuka total	Luas eksisting
D1	1x1,7 m	1	1,70 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup>
D2	-	-	-	-
D3	-	-	-	-
D4	-	-	-	-
D5	-	-	-	-
D6	-	-	-	-
D7	1x1,7 m	2	3,40 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup> (1 pintu dibuka)
D8	-	-	-	-

Tabel 4.10. Persentase bukaan (100% Luas void / luas keseluruhan) ruang Bilik 1 (besar)

Kode	Persentase Bukaan Total	Persentase Bukaan Eksisting
D1	21,93 % → (2,72 / 12,40)	21,93 % → (2,72 / 12,40)
D2	5,26 % → (0,30 / 5,70)	5,26 % → (0,30 / 5,70)
D3	-	-
D4	7,77 % → (0,73 / 9,40)	7,77 % → (0,73 / 9,40)
D5	26,81 % → (1,26 / 4,70)	26,81 % → (1,26 / 4,70)
D6	20,71 % → (2,03 / 9,80)	18,38 % → (1,80 / 9,80)
D7	39,09 % → (9,64 / 24,20)	25,08 % → (6,07 / 24,20)
D8	-	-

Bukaan pada ruang Bilik 1 menggunakan bingkai material kayu dan pada beberapa bukaan terdapat sekat berupa papan kayu. Tabel 4.10 menunjukkan potensi peningkatan luas bukaan seperti pada tabel 4.4. Terdapat potensi peningkatan luasan bukaan jika semua pintu dibuka pada pagi hingga sore hari dan sekat-sekat bambu dihilangkan sehingga dapat meningkatkan nilai iluminasi di dalam bangunan. Peningkatan persentase luasan bukaan jika sekat pada bukaan dihilangkan adalah minimal 2,33% dan maksimal 14,01%.

### C. Lantai

Tabel 4.11. Dimensi dan material lantai ruang Bilik 1 (besar)

Kode	Panjang	Lebar	Luas	Elevasi	Material	Reflektansi
L1	7,80 m	3,7-5 m	31,2 m <sup>2</sup>	± 0,00	Kayu coklat	5%
L2	4,80 m	2,10 m	10,1 m <sup>2</sup>	- 0,25	Bambu coklat	10%

### D. Atap

Tabel 4.12. Dimensi atap dan material lantai ruang Bilik 1 (besar)

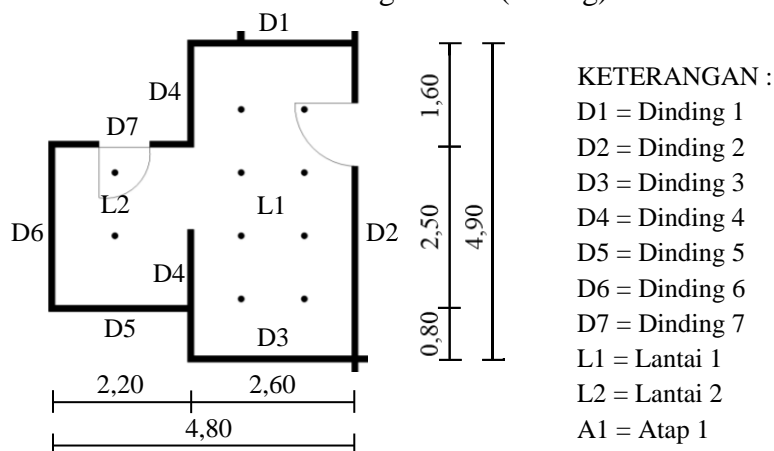
Kode	Tinggi Min	Tinggi Max	Volume	Material	Reflektansi
A1	+ 1,90 m	+ 3,10 m	683,40 m <sup>3</sup>	Seng silver	70%

#### 4.1.5 Kondisi Fisik Ruang Bilik 2 (Sedang)

Ruang Bilik 2 memiliki dimensi yang tidak terlalu besar tetapi masih memiliki ruang yang berfungsi sebagai dapur.

##### A. Denah dan Titik Ukur Pencahayaan

Berikut adalah detail denah ruang Bilik 2 (sedang)



Gambar 4.13. Denah ruang bilik 2 (sedang)

##### B. Dinding dan Bukaannya

Berikut adalah kondisi eksisting dinding dan bukaan pada Bilik 2 :





Gambar 4.14. Dinding dan bukaan pada ruang Bilik 2 (sedang) dari dinding 1 (D1) hingga dinding 7 (D7)

Berikut adalah hasil pengukuran dinding dan bukaan pada Bilik 2 :

Tabel 4.13. Dimensi dan material dinding keseluruhan ruang Bilik 2 (sedang)

Kode	Alas	Tinggi	Luas	$\pm 0,00$	Material	Reflektansi
D1	4,9 m	3,10 m	15,19 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D2	2,6 m	2,5-3,1 m	7,28 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D3	4,9 m	2,50 m	12,25 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D4	2,2 m	2,2-2,7 m	5,38 m <sup>2</sup>	Lt 2	Kayu coklat	5%
D5	2,5 m	2,20 m	5,50 m <sup>2</sup>	Lt 2	Kayu coklat	5%
D6	2,2 m	2,2-2,7 m	5,38 m <sup>2</sup>	Lt 2	Kayu coklat	5%
D7	2,6 m	2,5-3,1 m	7,28 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%

Tabel 4.14. Dimensi bidang void (bukaan) ruang Bilik 2 (sedang)

Kode	Alas	Tinggi	Luas tanpa sekat	Luas eksisting (bersekat)
D1	4,9 m	1,1 m	5,39 m <sup>2</sup>	4,85 m <sup>2</sup> (-10% laras)
D2	2,6 m	0,6 m	0,78 m <sup>2</sup>	0,08 m <sup>2</sup> (-90% outdoor)
D3	-	-	-	-
D4	2,6 m	0,6 m	0,78 m <sup>2</sup>	0,31 m <sup>2</sup> (-40% bilik)
D5	2,2 m	0,5 m	0,55 m <sup>2</sup>	0,11 m <sup>2</sup> (-80% outdoor)
D6	2,5 m	0,1 m	0,25 m <sup>2</sup>	0,25 m <sup>2</sup>
D7	2,2 m	0,5 m	0,55 m <sup>2</sup>	0,11 m <sup>2</sup> (-80% outdoor)

Kode	Bentuk	Tinggi min	Tinggi max	Orientasi	Batas
D1	Kotak	+ 1,90 m	+ 3,10 m	45°	Laras-pematang
D2	Segitiga	+ 1,80 m	+ 1,90 m	135°	Outdoor
D3	Kotak	+ 1,80 m	+ 1,90 m	225°	-
D4	Segitiga	+ 1,70 m	+ 1,80 m	135°	Outdoor
D5	Kotak	+ 1,60 m	+ 2,20 m	225°	Outdoor
D6	Segitiga	+ 2,20 m	+ 3,10 m	315°	Outdoor
D7	Segitiga	+ 1,70 m	+ 1,80 m	315°	Bilik

Tabel 4.15. Dimensi bidang void (pintu) ruang Bilik 2 (sedang)

Kode	Dimensi	Jumlah	Luas dibuka total	Luas eksisting
D1	1x1,7 m	1	1,70 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup>
D2	-	-	-	-
D3	1,3x2 m	1	2,60 m <sup>2</sup>	2,60 m <sup>2</sup>
D4	-	-	-	-
D5	-	-	-	-
D6	-	-	-	-
D7	0,8x1,6 m	1	1,28 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>

Tabel 4.16. Persentase bukaan (100% luas void / luas keseluruhan) ruang Bilik 2 (sedang)

Kode	Persentase Bukaan Total	Persentase Bukaan Eksisting
D1	46,68 % → (7,09 / 15,19)	43,12 % → (6,55 / 15,19)
D2	10,71 % → (0,78 / 7,28)	1,09 % → (0,08 / 7,28)
D3	21,22 % → (2,60 / 12,25)	21,22 % → (2,60 / 12,25)
D4	14,49 % → (0,78 / 5,38)	5,76 % → (0,31 / 5,38)
D5	10% → (0,55 / 5,50)	2,00 % → (0,11 / 5,50)
D6	4,65 % → (0,25 / 5,38)	4,65 % → (0,25 / 5,38)
D7	25,14 % → (1,83 / 7,28)	1,51 % → (0,11 / 7,28)

Bukaan pada ruang Bilik 2 menggunakan material yang sama dengan Bilik 1 yaitu bingkai kayu dan sekat papan kayu pada beberapa bukaan. Tabel 4.16 juga menunjukkan potensi peningkatan luas bukaan seperti pada tabel 4.4 dan 4.10 yaitu jika semua pintu dibuka pada pagi hingga sore hari dan sekat-sekat bambu dihilangkan sehingga dapat meningkatkan nilai iluminasi di dalam bangunan. Peningkatan persentase luasan bukaan minimal 8,73% dan maksimal 20,92%.

### C. Lantai

Tabel 4.17. Dimensi dan material lantai ruang Bilik 2 (sedang)

Kode	Panjang	Lebar	Luas	Elevasi	Material	Reflektansi
L1	4,90 m	2,60 m	12,74m <sup>2</sup>	± 0,00	Kayu coklat	5%
L2	2,50 m	2,20 m	5,50m <sup>2</sup>	- 0,20	Bambu coklat	10%

### D. Atap

Tabel 4.18. Dimensi atap dan material lantai ruang Bilik 2 (sedang)

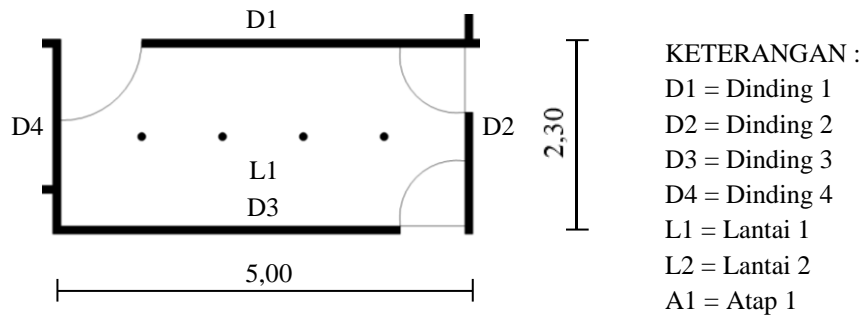
Kode	Tinggi min	Tinggi max	Volume	Material	Reflektansi
A1	+ 2,20 m	+ 3,10 m	49,2m <sup>3</sup>	Seng silver	70%

#### 4.1.5 Kondisi Fisik Ruang Bilik 3 (Kecil)

Ruang Bilik 3 memiliki dimensi yang paling kecil dengan ruang berfungsi sebagai ruang tidur d

##### A. Denah dan Titik Ukur Pencahayaan

Berikut adalah detail denah ruang Bilik 3 (kecil).



Gambar 4.15. Denah ruang Bilik 3 (kecil)

##### B. Dinding dan Bukaannya

Berikut adalah kondisi eksisting dinding dan bukaan pada Bilik 3 :



Gambar 4.16. Dinding dan bukaan pada ruang Bilik 3 (kecil). Dinding 2 dan 3 (kiri), dinding 4 dan 1 (kanan)

Berikut adalah hasil pengukuran dinding dan bukaan pada Bilik 3 :

Tabel 4.19. Dimensi dan material dinding keseluruhan ruang Bilik 3 (kecil)

Kode	Alas	Tinggi	Luas	$\pm 0,00$	Material	Reflektansi
D1	5,0m	3,30m	16,50 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D2	2,3m	1,9-3,1m	5,75 m <sup>2</sup>	Lt 1	Bambu coklat	10%
D3	5,0m	1,90 m	9,50 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%
D4	2,3m	1,9-3,1m	5,75 m <sup>2</sup>	Lt 1	Kayu coklat	5%

Tabel 4.20. Dimensi bidang void (bukaan) ruang Bilik 3 (kecil)

Kode	Alas	Tinggi	Luas tanpa sekat	Luas eksisting (bersekat)
D1	5,00 m	1,30 m	6,50 m <sup>2</sup>	5,85 m <sup>2</sup> (-90%)
D2	2,30 m	1,20 m	1,38 m <sup>2</sup>	1,38 m <sup>2</sup>
D3	5,00 m	0,10 m	0,50 m <sup>2</sup>	0,50 m <sup>2</sup>
D4	2,30 m	1,20 m	1,38 m <sup>2</sup>	1,38 m <sup>2</sup>

Kode	Bentuk	Tinggi min	Tinggi max	Orientasi	Batas
D1	Kotak	+ 2,00 m	+ 3,10 m	315°	Laras-pematang
D2	Segitiga	+ 1,90 m	+ 3,10 m	45°	Outdoor
D3	Kotak	+ 1,80 m	+ 1,90 m	135°	Outdoor
D4	Segitiga	+ 1,90 m	+ 3,10 m	225°	Bilik

Tabel 4.21. Dimensi bidang void (pintu) ruang Bilik 3 (kecil)

Kode	Dimensi	Jumlah	Luas dibuka total	Luas eksisting
D1	1x1,7 m	1	1,70 m <sup>2</sup>	1,70 m <sup>2</sup>
D2	1x1,8 m	1	1,80 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>
D3	0,8x1,7 m	1	1,36 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>
D4	-	-	-	-

Tabel 4.22. Persentase bukaan (100% luas void / luas keseluruhan) ruang Bilik 3 (kecil)

Kode	Persentase Bukaan Total	Persentase Bukaan Eksisting
D1	49,70% → (8,20 / 16,50)	45,76% → (7,55 / 16,50)
D2	55,30% → (3,18 / 5,75)	24% → (1,38 / 5,75)
D3	19,58% → (1,86 / 9,50)	5,26% → (0,50 / 9,50)
D4	24% → (1,38 / 5,75)	24% → (1,38 / 5,75)

Material bukaan pada Bilik 3 sama dengan Bilik 1 dan 2. Pada Bilik 3 juga terdapat potensi peningkatan luas bukaan jika semua pintu dibuka pada pagi hingga sore hari dan sekat-sekat bambu dihilangkan sehingga dapat meningkatkan nilai iluminasi di dalam bangunan seperti pada ruang Laras-Pematang, Bilik 1 dan 2. Peningkatan persentase luasan bukaan minimal 3,94% dan maksimal 31,3%. Peningkatan ini dapat digunakan sebagai acuan dalam memberikan rekomendasi perbaikan terkait luas bukaan jika tidak memungkinkan dilakukan perubahan luas bukaan sesuai pengkondisian.

### C. Lantai

Tabel 4.23. Dimensi dan material lantai ruang Bilik 3 (kecil)

Kode	Panjang	Lebar	Luas	Elevasi	Material	Reflektansi
L1	5,00 m	2,30 m	11,5 m <sup>2</sup>	± 0,00	Kayu coklat	5%

### D. Atap

Tabel 4.24. Dimensi atap dan material lantai ruang Bilik 3 (kecil)

Kode	Tinggi Min	Tinggi Max	Volume	Material	Reflektansi
A1	+ 1,90 m	+ 3,1 m	28,75 m <sup>3</sup>	Seng silver	70%

## 4.2 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami di Lapangan

Pengamatan dan pengukuran pencahayaan alami di lapangan dilakukan untuk mengetahui fenomena pencahayaan alami yang terjadi pada subyek penelitian. Dari hasil penelitian lapangan dapat diketahui performa dari kinerja pencahayaan alami dan hubungannya terhadap desain bukaan pada eksisting yang selanjutnya dijadikan dasar pertimbangan dalam menentukan langkah eksperimen dan verifikasi hasil simulasi untuk keakuratan data.

### 4.2.1 Pemetaan Titik Pengukuran pada Bangunan

Pemetaan titik pengukuran pada rumah Adat Balai Padang dilakukan di dalam dan diluar bangunan dengan rincian sebagai berikut :

#### A. Pengukuran di Luar Bangunan

Titik ukur diluar bangunan terletak di area yang selama pengukuran pagi, siang dan sore tidak terkena pembayangan dari obstruksi sekitar (gambar 4.17 kiri). Alat ukur diletakkan permanen pada papan (gambar 4.17 tengah) dengan ketinggian sama dengan pengukuran di dalam bangunan yaitu ketinggian bidang kerja 75 cm (gambar 4.17 kanan). Pencatatan nilai iluminasi outdoor dilakukan tiap 5 detik, sehingga total waktu untuk mengukur adalah 330 detik atau 5,5 menit.



Gambar 4.17. Posisi titik ukur luar bangunan (kiri), Mekanisme pengukuran (tengah) dan Ketinggian titik ukur (kanan)

#### B. Pengukuran di Dalam Bangunan

Titik ukur di dalam bangunan menggunakan TUU dan TUS serta grid pada tiap ruang yang ditandai dengan selotip berjumlah 66 titik (gambar 4.18 kiri). Pencatatan hasil pengukuran nilai iluminasi dilakukan tiap 5 detik seperti pengukuran outdoor (gambar 4.18 tengah) menggunakan alat ukur Luxmeter dengan jenis sama dengan outdoor (gambar 4.18 kanan). Alat diatur dengan



faktor pengali 1x karena nilai iluminasi di dalam ruangan sangat kecil.



Gambar 4.18. Penanda posisi titik ukur (kiri), Mekanisme pengukuran (tengah) dan Alat ukur yang digunakan (kanan)

### C. Waktu Pengukuran

Berikut adalah jadwal pengukuran tingkat pencahayaan alami di dalam dan diluar bangunan :

Tabel 4.25. Waktu Pengukuran Tingkat Pencahayaan Alami

Pengukuran	Hari	Tanggal	Pagi	Siang	Sore
1	Rabu	12-08-2015	09.00	12.00	15.00
2	Kamis	13-08-2015	09.00	12.00	15.00
3	Jumat	14-08-2015	09.00	12.00	15.00

Waktu pengukuran dilakukan pada bulan Agustus yang berada pada musim kemarau (April-Oktober). Berdasarkan data dari BMKG Banjarbaru pada tahun 2015, intensitas matahari pada bulan Agustus sebesar 330 call/m<sup>2</sup>/hari yang tergolong tinggi dengan nilai maksimum pada bulan September sebesar 350 330 call/m<sup>2</sup>/hari.

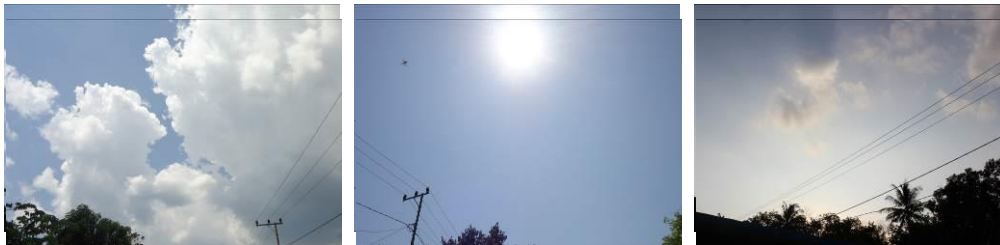
Terdapat 66 titik ukur di dalam bangunan baik yang menggunakan TUU dan TUS maupun menggunakan grid tiap 1 meter atau 2 meter terkait dimensi luasan ruang. Tiap titik ukur dilakukan pengukuran dan pencatatan setiap 5 detik. Sehingga dalam 1 kali pengukuran dibutuhkan waktu 330 detik (5 detik x 66 titik) atau 5,5 menit. Rentang waktu pengukuran 5,5 menit cukup signifikan jika pada hasil pengukuran didapatkan nilai iluminasi outdoor dan indoor yang fluktuatif. Hal ini dikarenakan pergerakan awan di daerah tersebut yang relatif cepat sehingga mempengaruhi tutupan awan selama pengukuran 5,5 menit tersebut. Meskipun menjadi kekurangan penelitian terkait pengambilan data, hal ini dilakukan karena keterbatasan alat yaitu berjumlah 2 yang digunakan di dalam bangunan dan di luar bangunan.

#### 4.2.2 Kondisi Langit

Berikut adalah hasil pengamatan dan dokumentasi kondisi langit pada saat pengukuran sebagai dasar dalam menganalisa.

##### A. Kondisi Langit Hari Pertama

Secara keseluruhan, hari pertama merupakan hari dimana terdapat tingkat pencahayaan yang paling tinggi. Hal ini dikarenakan pada pagi hingga sore hari tutupan awan sangat minim. Kondisi langit pagi dan sore hari adalah partly cloudy sky dengan tutupan 40-60% dan pada siang hari adalah clear sky dengan tutupan awan yang sangat minim 0-10%. Rata-rata kondisi langit pada pagi hari sebesar 90.500 lux, siang hari sebesar 107.300 lux dan sore hari sebesar 25.900 lux.



Gambar 4.19. Kondisi langit hari pertama. Pagi hari (kiri), siang (tengah) dan sore (kanan)

##### B. Kondisi Langit Hari Kedua

Hari kedua berbanding terbalik dengan hari pertama dengan penurunan tingkat pencahayaan alami yang cukup tajam. Hal ini dikarenakan pada pagi hingga sore hari kondisi awan hampir keseluruhan 80-100% tertutup awan dengan kondisi langit overcast sky. Rata-rata kondisi langit pada pagi hari 27.500 lux, siang hari sebesar 49.800 lux dan sore hari sebesar 13.100 lux.



Gambar 4.20. Kondisi langit hari kedua. Pagi hari (kiri), siang (tengah) dan sore (kanan)

##### C. Kondisi Langit Hari Ketiga

Hari terakhir pengukuran terdapat peningkatan tingkat pencahayaan alami karena perubahan kondisi awan yang dominan overcast dan partly cloudy sky. Rata-rata kondisi langit pada pagi hari sebesar 54.600 lux, siang hari

sebesar 106.900 lux dan sore hari sebesar 16.100 lux.



Gambar 4.21. Kondisi langit hari ketiga. Pagi hari (kiri), siang (tengah) dan sore (kanan)

#### 4.2.3 Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi

Hasil pengukuran nilai iluminasi meliputi nilai iluminasi indoor dan outdoor selama 3 hari pada pagi, siang dan sore hari.

##### A. Nilai Iluminasi di Luar Bangunan

Berikut adalah rangkuman hasil pengukuran lapangan selama 3 hari. Nilai iluminasi keseluruhan pada 66 titik ukur terdapat pada lampiran.

Tabel 4.26. Nilai Iluminasi Luar Bangunan pada 3 Hari Pengukuran

PENGUKURAN	NILAI	09.00	12.00	15.00
Hari ke 1	Maksimum	93.500 lux	109.500 lux	30.500 lux
	Minimum	87.700 lux	104.700 lux	14.300 lux
	Rata-rata	90.500 lux	107.300 lux	25.900 lux
Hari ke 2	Maksimum	36.000 lux	64.100 lux	16.700 lux
	Minimum	24.100 lux	37.400 lux	11.400 lux
	Rata-rata	27.500 lux	49.800 lux	13.100 lux
Hari ke 3	Maksimum	67.500 lux	108.000 lux	18.500 lux
	Minimum	45.900 lux	106.400 lux	13.300 lux
	Rata-rata	54.600 lux	106.900 lux	16.100 lux

Berdasarkan hasil pengukuran diatas, secara keseluruhan hari pertama memiliki nilai iluminasi yang paling tinggi dan hari kedua memiliki nilai iluminasi yang paling rendah. Hal ini sesuai dengan kondisi langit pada hari pertama yang memiliki tutupan awan yang sangat minim hanya 0-10%, sementara pada hari ketiga hampir keseluruhan tertutup awan 80-100%. Secara keseluruhan, kondisi langit dapat dikategorikan clear sky dengan nilai iluminasi mencapai 100.000 lux dan sedikit menunjukkan nilai langit overcast yang mencapai 10.000 lux. Hal ini dikarenakan pada saat pengukuran, sensor cahaya pada alat yang digunakan tidak ditutup oleh lapisan film sehingga sensitif pada cahaya berlebih.

## B. Nilai Iluminasi di Dalam Bangunan

Berikut adalah hasil pengukuran nilai rata-rata, maksimum dan minimum iluminasi pada pagi, siang dan sore hari pada hari pertama, kedua dan ketiga. Nilai iluminasi keseluruhan pada 66 titik ukur terdapat pada lampiran.

- **Hasil Pengukuran Ruang Laras-Pematang**

Tabel 4.27. Nilai iluminasi di dalam ruang Laras-Pematang

Waktu Pengukuran	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	25,2 lux	83 lux	3,5 lux
Siang	36,4 lux	93 lux	8,5 lux
Sore	26,8 lux	165 lux	1 lux

- **Hasil Pengukuran Bilik 1 (besar)**

Tabel 4.28. Nilai iluminasi di dalam ruang Bilik 1 (besar)

Ruang	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	20,39 lux	171 lux	6,5 lux
Siang	57,81 lux	389 lux	9 lux
Sore	15,42 lux	190 lux	1 lux

- **Hasil Pengukuran Bilik 2 (sedang)**

Tabel 4.29. Nilai iluminasi di dalam ruang Bilik 2 (sedang)

Ruang	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	2,06 lux	4 lux	1 lux
Siang	2,94 lux	3,5 lux	2,5 lux
Sore	0,94 lux	2,5 Lux	0,5 lux

- **Hasil Pengukuran Bilik 3 (kecil)**

Tabel 4.30. Nilai iluminasi di dalam ruang Bilik 3 (kecil)

Ruang	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	28,75 lux	64,5 lux	5,5 lux
Siang	67,25 lux	193,5 Lux	12 lux
Sore	11 lux	23 Lux	2 lux

Hasil pengukuran nilai iluminasi diatas merupakan hasil rata-rata dari pengukuran hari pertama dan ketiga karena memiliki kondisi langit yang sama dibandingkan dengan kondisi langit hari kedua yang mengalami penurunan nilai iluminasi di luar bangunan yang lebih rendah. Selanjutnya nilai iluminasi di dalam dan diluar bangunan dijadikan dasar sebagai perhitungan daylight factor.

#### 4.2.4 Hasil Perhitungan Nilai Daylight Factor

Berikut adalah hasil pengukuran nilai rata-rata, maksimum dan minimum daylight factor pada pagi, siang dan sore hari pada hari pertama, kedua dan ketiga yang disajikan dalam tabel. Nilai iluminasi keseluruhan pada 66 titik ukur terdapat pada lampiran. Pola isokontur pada 66 titik pengukuran diwakili oleh TUU dan TUS potongan bangunan yang menggambarkan jangkauan cahaya alami yang masuk dari bukaan.

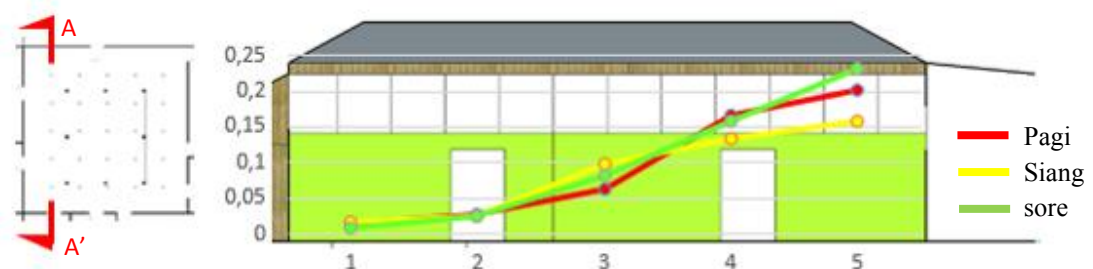
- **Hasil Pengukuran Ruang Laras-Pematang**

Nilai DF pada ruang Laras-Pematang secara keseluruhan memiliki nilai yang tinggi pada sore hari pada tabel 4.31 dengan nilai rata-rata tertinggi 0,1% dan nilai maksimum tertinggi 0,35%. Hal ini dikarenakan pada saat sore hari matahari condong ke Barat, sehingga cahaya matahari dapat langsung masuk melalui bukaan pada dinding luar ruang Laras-Pematang yang menghadap Barat Laut. Pada siang hari, meskipun terdapat nilai iluminasi di luar bangunan yang paling tinggi, tetapi menunjukkan nilai DF yang paling rendah dilihat dari rata-rata 0,06% dan nilai minimum mencapai 0,006%. Hal ini menunjukkan bahwa pada ruang ini cahaya yang masuk melalui sinar langsung lebih dominan daripada sinar pantul karena posisi matahari pada siang hari berada di atas bangunan dan cahaya matahari tidak dapat langsung masuk melalui bukaan.

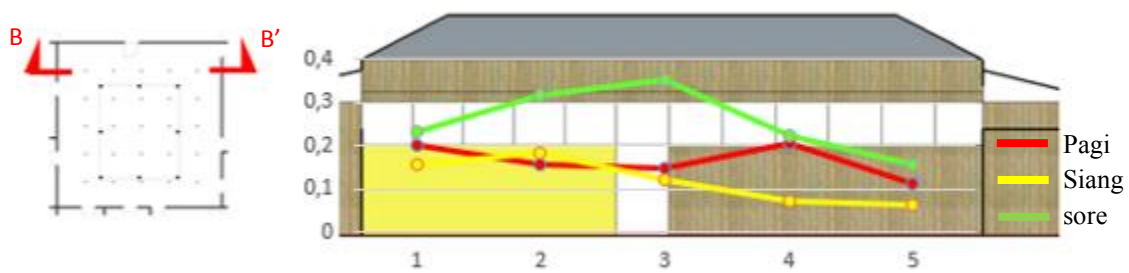
Tabel 4.31. Nilai Daylight Factor ruang Laras-Pematang

Waktu Pengukuran	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	0,07 %	0,20 %	0,01 %
Siang	0,06 %	0,21 %	0,006 %
Sore	0,10 %	0,35 %	0 %

Sementara itu, jangkauan cahaya alami dari bukaan pada pagi, siang dan sore hari ruang Laras dan Pematang ditunjukkan pada gambar 4.22 dan 4.23.



Gambar 4.22. Profil nilai DF pada potongan AA' ruang Laras-Pematang



Gambar 4.23. Profil nilai DF pada potongan BB' ruang Laras-Pematang

Potongan AA' menunjukkan penetrasi nilai DF dari bukaan pada dinding luar berbatasan dengan lapangan hingga ke bukaan pada dinding dalam berbatasan dengan ruang Bilik belakang. Meskipun memiliki dimensi bukaan yang sama, namun nilai DF yang dekat dengan bukaan dinding terluar lebih tinggi dibandingkan dengan bukaan dinding pembatas dengan Bilik. Hal ini menunjukkan bukaan pada dinding dalam tidak terlalu signifikan yang ditandai dengan nilai DF yang mendekati 1 hingga 0.

Titik ukur yang dekat dengan bukaan menunjukkan nilai DF yang tinggi pada pagi dan sore hari yang dipengaruhi oleh cahaya langsung dari matahari. Sedangkan titik ukur di tengah ruang menunjukkan nilai DF yang tinggi pada siang hari karena terakumulasi dari pantulan dari semua sisi dinding secara merata dengan nilai iluminasi di luar bangunan yang tinggi mencapai 100.000 lux.

Potongan BB' menunjukkan penetrasi nilai DF pada titik ukur yang paling dekat sepanjang bukaan. Dengan dimensi bukaan yang sama, pada pagi dan sore hari nilai DF terbesar ditunjukkan pada titik ukur 3 yang dekat dengan pintu yang dapat meningkatkan persentasi bukaan. Tetapi pada siang hari, nilai DF tertinggi ditunjukkan pada titik ukur 2 yang terletak di antara pintu dan dinding yang berwarna kuning. Hal ini menunjukkan pada siang hari dengan tipe cahaya pantul dapat maksimal pada area yang memiliki reflektansi tinggi seperti pada dinding warna kuning. Sore hari menunjukkan nilai DF tertinggi karena ruangan yang menghadap barat laut mendapat cahaya langsung dari arah barat.

- **Hasil Pengukuran Bilik 1 (besar)**

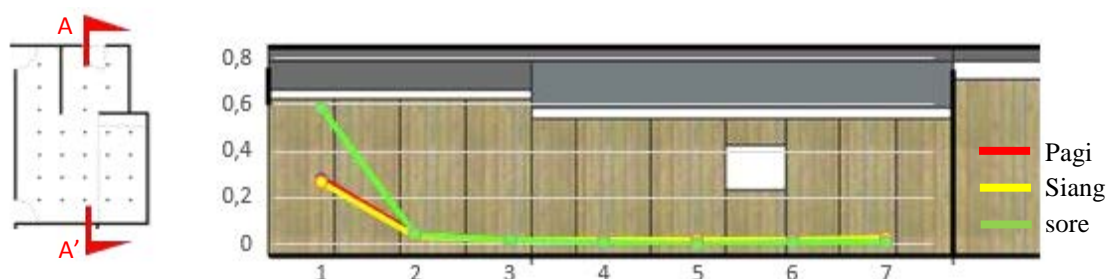
Ruang Bilik 1 (besar) berada di sisi kanan bangunan yang menghadap timur laut dan utara, sehingga mendapatkan penyinaran maksimum pada pagi hingga siang hari. Hal ini ditunjukkan pada nilai DF pagi hari dengan nilai tertinggi dan

berangsur-angsur turun pada siang hingga sore hari yang ditunjukkan pada tabel 4.32. oleh karena itu, aktivitas terbaik pada ruangan ini dapat dilakukan pada pagi hingga sore hari. Ruang Bilik 1 (besar) ini mewakili ruang Bilik pada sisi kanan bangunan yang menghadap timur laut.

Tabel 4.32. Nilai Daylight Factor ruang Bilik 1 (besar)

Waktu Pengukuran	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	0,04 %	0,41 %	0 %
Siang	0,03 %	0,26 %	0,002 %
Sore	0,02 %	0,08 %	0,006 %

Sementara itu, jangkauan cahaya alami dari bukaan pada pagi, siang dan sore hari ruang Laras dan Pematang ditunjukkan pada gambar 4.24 dan 4.25.

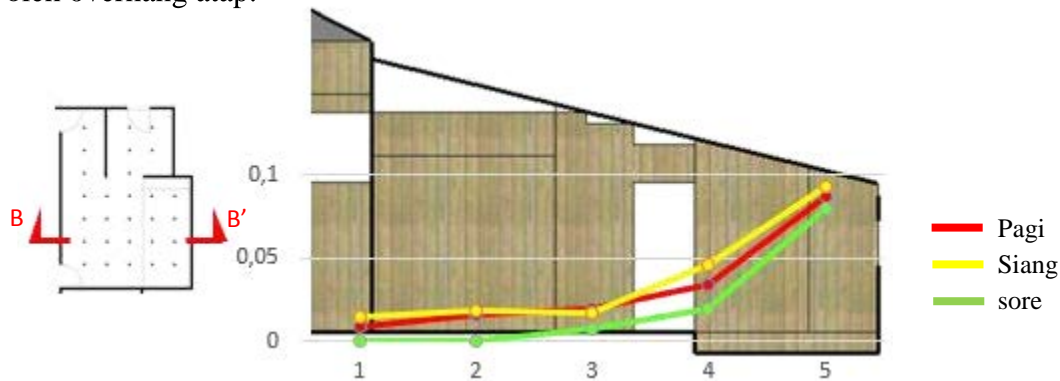


Gambar 4.24. Profil nilai DF pada potongan AA' ruang Bilik 1 (besar)

Potongan AA' pada gambar 4.24 menunjukkan penetrasi nilai DF dari bukaan pada dinding luar berbatasan dengan lapangan hingga ke bukaan pada dinding dalam berbatasan dengan ruang Bilik belakang. Grafik diatas menunjukkan bahwa cahaya alami hanya dapat menjangkau hingga titik pengukuran kedua yang berjarak 2 meter dari bukaan. Terdapat penurunan yang sangat tajam karena pada titik 1 dekat dengan bukaan dan pintu. Cahaya alami yang masuk pada titik 2 tidak dapat menjangkau hingga titik ke 7 di belakangnya seperti pada jangkauan pada ruang Laras-Pematang. Hal ini diakibatkan pada ruang Bilik 1 ini memiliki bukaan antara dinding dengan atap dengan luar yang lebih kecil dibandingkan dengan bukaan pada ruang Laras-Pematang. Selain itu jika dibandingkan dengan ruang Laras-Pematang, cahaya alami yang masuk tidak dapat didistribusikan secara merata dan tidak dapat menjangkau hingga kedalaman tertentu karena pada ruangan ini menggunakan material kayu dan bambu dengan warna coklat tua sehingga memiliki reflektansi yang rendah. Meskipun terdapat bukaan antara dinding dengan atap di sepanjang dinding



dengan tinggi 10cm, bukaan tersebut tertutup oleh overhang dengan lebar 30cm sehingga menghalangi cahaya alami yang masuk melalui bukaan. Pada ruangan ini juga terdapat jendela, namun jika dilihat pada titik 5 dan 6 yang dekat dengan jendela tidak menunjukkan peningkatan nilai DF. Titik 5 dan 6 yang diukur berjarak 3m dari jendela. Hal ini juga menunjukkan bahwa cahaya alami yang masuk tidak dapat menjangkau terlalu dalam karena reflektansi di dalam ruangan yang rendah. Selain itu, pada sisi kanan bangunan terdapat obstruksi berupa bangunan tetangga dengan tinggi 6m yang dapat menghalangi cahaya alami yang masuk ke dalam jendela meskipun posisi jendela agak rendah dan tidak tertutup oleh overhang atap.



Gambar 4.25. Profil nilai DF pada potongan BB' ruang Bilik 1 (besar)

Potongan BB' pada gambar 4.25 menunjukkan penetrasi dan jangkauan cahaya alami yang masuk melalui bukaan pada sisi dinding timur laut yang juga terdapat bukaan berupa jendela. Cahaya alami hanya dapat menjangkau hingga 2m dari bukaan. Pada bukaan terdapat overhang atap dengan lebar 30cm dan pada sisi terluar terdapat obstruksi berupa bangunan dengan tinggi 6 meter. Hal ini menunjukkan bahwa cahaya alami yang masuk terhalang baik oleh overhang atap maupun oleh obstruksi bangunan sekitar.

- **Hasil Pengukuran Bilik 2 (sedang)**

Ruang Bilik 2 (sedang) berada di sisi kiri bangunan yang menghadap barat daya dan selatan, sehingga mendapatkan penyinaran maksimum pada siang hingga sore hari. Hal ini ditunjukkan dengan nilai DF yang tertinggi pada siang hari. Nilai DF pada ruangan ini menunjukkan nilai terendah jika dibandingkan dengan ruang Laras-Pematang, Bilik 1 dan 3. Hal ini dikarenakan pada ruang

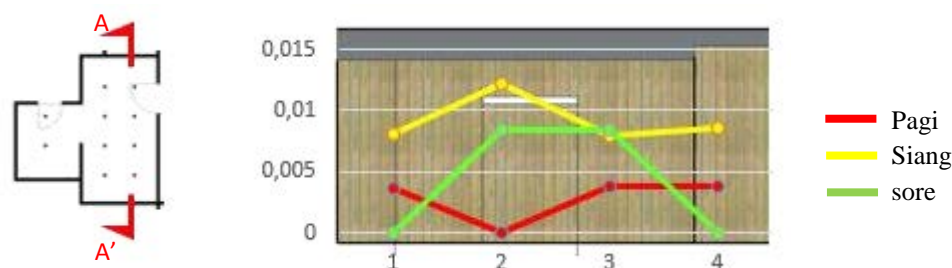


Bilik ini berbatasan dengan obstruksi berupa bangunan tetangga yang berjarak hanya 0,4 hingga 1 meter yang lebih dekat dibandingkan dengan Bilik 1 (besar), sehingga cahaya alami sepenuhnya terhalang dan tidak dapat masuk secara maksimal. Berdasarkan nilai DF pada tabel 4.33, potensi aktivitas maksimum dapat dilakukan pada siang dan sore hari.

Tabel 4.33. Nilai Daylight Factor ruang Bilik 2 (sedang)

Waktu Pengukuran	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	0,004 %	0,008 %	0 %
Siang	0,009 %	0,01 %	0,007 %
Sore	0,004 %	0,01 %	0 %

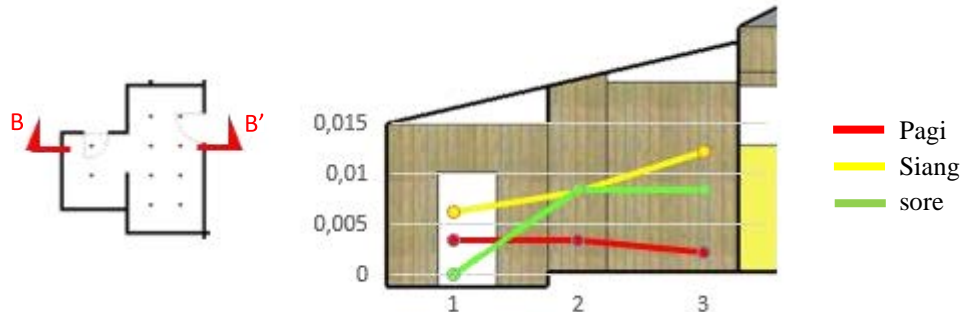
Sementara itu, jangkauan cahaya alami dari bukaan pada pagi, siang dan sore hari ruang Laras dan Pematang ditunjukkan pada gambar 4.26 dan 4.27.



Gambar 4.26. Profil nilai DF pada potongan AA' ruang Bilik 2 (sedang)

Potongan AA' pada gambar 4.26 menunjukkan penetrasi nilai DF dari bukaan pada dinding luar berbatasan dengan hutan dan jurang di belakang bangunan hingga ke bukaan pada dinding dalam berbatasan dengan ruang Bilik. Grafik menunjukkan tidak terjadi penurunan tajam seperti pada ruang Laras-Pematang atau ruang Bilik 1 (besar) karena nilai DF pada pagi, siang dan sore hari cukup merata dan tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan. Hal ini diakibatkan oleh bukaan yang sangat minim dan terdapat obstruksi berupa pohon tinggi dan lebat pada sisi tenggara (dinding belakang) dan obstruksi berupa rumah Damang pada sisi barat daya (dinding samping kiri). Peningkatan nilai DF terdapat pada titik 2 dan 3 yang terdapat bukaan pada dinding luar. Meskipun di sepanjang dinding dalam (dinding pembatas dengan ruang Laras-Pematang) terdapat bukaan yang lebih besar dibandingkan dengan bukaan pada dinding luar (dinding pembatas ruang luar), tetapi nilai DF menunjukkan nilai yang lebih besar pada bukaan dinding luar. Hal ini menunjukkan bahwa peran bukaan pada dinding

luar meskipun memiliki luas bukaan yang minim jauh lebih besar dibandingkan dengan bukaan pada dinding dalam meskipun memiliki luasan yang besar.



Gambar 4.27. Profil nilai DF pada potongan BB' ruang Bilik 2 (sedang)

Potongan BB' pada gambar 4.27 menunjukkan penetrasi dan jangkauan cahaya alami yang masuk melalui bukaan pada sisi dinding barat daya hingga bukaan pada sisi dinding dalam yang berbatasan dengan ruang Laras-Pematang. nilai DF pada titik 1 hingga 3 juga tidak menunjukkan penurunan yang tajam seperti pada ruang Laras-Pematang dan Bilik 1. Hal ini menunjukkan persebaran cahaya alami pada Bilik 2 cukup merata.

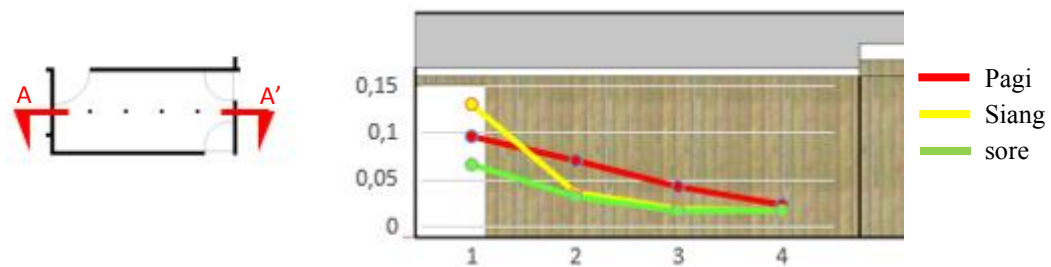
#### • Hasil Pengukuran Bilik 3 (kecil)

Ruang Nilik 3 (kecil) berada di sisi belakang bangunan yang menghadap tenggara dan timur, sehingga mendapatkan penyinaran maksimum pada pagi dan sore hari. Hal ini ditunjukkan dengan nilai DF yang tertinggi pada pagi dan siang hari. Meskipun tidak mendapatkan akses penyinaran secara langsung seperti ruang Laras-Pematang yang mendapatkan penyinaran dari pagi hingga sore hari karena menghadap utara dan barat laut, ruang Bilik 1 yang mengapatakkn penyinaran dominan pada pagi hari karena menghadap timur laut dan utara serta Bilik 2 yang mendapatkan penyinaran dominan pada sore hari karena menghadap barat daya, namun ruang Bilik 2 memiliki nilai DF yang lebih tinggi dibandingkan dengan ruang Bilik 1 dan 2. Hal ini dikarenakan pada ruang Bilik 3 memiliki dimensi ruang yang paling kecil serta memiliki luasan bukaan yang lebih besar jika dibandingkan dengan ruang Bilik yang lainnya. Berdasarkan nilai DF pada tabel 4.34, potensi aktivitas maksimum dapat dilakukan pada pagi dan sore hari.

Tabel 4.34. Nilai Daylight Factor ruang Bilik 3 (kecil)

Waktu Pengukuran	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Pagi	0,06 %	0,09 %	0,02 %
Siang	0,05 %	0,13 %	0,01 %
Sore	0,03 %	0,07 %	0,01 %

Sementara itu, jangkauan cahaya alami dari bukaan pada pagi, siang dan sore hari ruang Laras dan Pematang ditunjukkan pada gambar 4.50 dan 4.51



Gambar 4.28. Profil nilai DF pada potongan AA' ruang Bilik 3 (kecil)

Potongan AA' pada gambar 4.28 menunjukkan penetrasi nilai DF dari bukaan pada dinding luar berbatasan dengan hutan dan jurang di belakang bangunan dan bangunan pada samping kanan hingga ke bukaan pada dinding dalam berbatasan dengan ruang Bilik. Meskipun pada grafik terdapat penurunan, tetapi tidak terjadi penurunan yang tajam seperti pada ruang Laras-Pematang dan ruang Bilik 1 (besar) karena ruang Bilik 3 tidak memiliki luas ruang yang besar, sehingga dapat menjangkau hingga ujung dinding.

Hasil pengukuran nilai daylight factor pada ruang Laras-Pematang, Bilik 1, Bilik 2 dan Bilik 3 diatas merupakan hasil rata-rata dari pengukuran hari pertama dan ketiga karena memiliki kondisi langit yang sama dibandingkan dengan kondisi langit hari kedua yang mengalami penurunan nilai iluminasi di luar bangunan yang lebih rendah. Berdasarkan hasil pengukuran pada ruang Laras-Pematang, Bilik 1 (besar), Bilik 2 (sedang) dan Bilik 3 (kecil) dapat diketahui bahwa secara garis besar nilai DF yang dihasilkan sangat kecil karena nilai iluminasi di luar bangunan sangat besar. Selain itu, cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan tidak dapat menjangkau hingga ke kedalaman tertentu dan mengakibatkan kondisi di dalam bangunan cukup gelap yang menjadi salah satu permasalahan penelitian.

### 4.3 Hasil Pengamatan Pola Aktivitas Penghuni

#### 4.3.1 Pola Aktivitas Penghuni Masa Lalu

Secara umum, aktivitas penghuni masa lalu banyak dilakukan diluar bangunan. Pukul 08.00 pagi hingga 16.00 sore masyarakat Dayak Bukit sudah berada di ladang, jarak dari rumah Adat Balai Padang ke ladang cukup jauh dengan waktu tempuh 1 hingga 2 jam. Sehingga, di rumah Adat Balai Padang tidak terdapat aktivitas dari 06.00 atau 07.00 pagi hingga 17.00 atau 18.00 sore.

#### 4.3.2 Pola Aktivitas Penghuni Masa Kini

Berdasarkan pengamatan aktivitas penghuni di 52 rumah selain rumah Adat Balai Padang, aktivitas penghuni masa kini sudah banyak yang dilakukan di dalam bangunan. Pengamatan dilakukan pada penghuni 52 rumah selain rumah Adat Balai Padang, karena pada masa kini rumah Adat Balai Padang sudah tidak dihuni. Berikut adalah beberapa faktor yang menyebabkan perubahan pola aktivitas masa lalu dan masa kini :

Tabel 4.35. Faktor yang mempengaruhi perubahan pola aktivitas masa lalu dan masa kini

NO	FAKTOR	MASA LALU	MASA KINI
1	Mata pencaharian	Lebih sedikit yaitu bertani tanaman pokok yang harus dikerjakan di ladang yang lokasinya jauh	Lebih banyak. Selain bertani juga mengambil getah karet, menanam kayu, mengolah ke miri, membuka warung, beternak, bertanam depan rumah
2	Pendidikan	Anak-anak jarang atau tidak ada yang bersekolah, sehingga banyak membantu orang tua di hutan.	Anak-anak sudah bersekolah dari tingkat SD dan setelah pulang sekolah tidak membantu orang tua di hutan.
3	Anggota keluarga	Sedikit, jika berladang di hutan hampir seluruh keluarga ikut pergi ke hutan	Banyak, jika berladang hanya beberapa keluarga yang ikut pergi ke hutan

Pada masa kini, banyak jenis pekerjaan yang dapat dilakukan di rumah sehingga banyak masyarakat yang beraktivitas pada pagi hingga sore hari di rumah. Selain itu, jika harus ke hutan maka hanya beberapa orang saja secara bergantian karena jumlah keluarga semakin meningkat dan anak-anak sudah bersekolah. Berikut adalah pola penggunaan ruang dalam 1 hari :

Tabel 4.36. Pola penggunaan ruang dalam 1 hari

Waktu	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00
Ruang	Kt	kt	Kt	Kt	A	A	A	Rt	Rt	Rt	rt-kt	rt-kt

Waktu	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
Ruang	rt-kt	rt-kt	Rt	A	rt-d	rt-d	rt-d	rt-d	rt-kt	Kt	kt	Kt

Keterangan : kt (kamar tidur), rt (ruang tamu dan keluarga), d (dapur), a (semua ruangan)

Berdasarkan tabel 4.36 diatas dapat diketahui bahwa pada pukul 06.00 hingga 17.00 terdapat aktivitas baik pada ruang tamu-keluarga, ruang tidur dan dapur. Hal ini berbeda dengan aktivitas masa lalu yang pada waktu tersebut berada di luar bangunan. Oleh karena itu, terdapat potensi penggunaan pencahayaan alami terutama pada ruang tamu-keluarga dan dapur untuk aktivitas bekerja yaitu mencuci, memasak dan memecah kemiri.

### 4.3.3 Pola Aktivitas pada Bangunan Eksisting

Rumah Adat Balai Padang terletak dalam 1 permukiman yang hanya terdiri dari 52 rumah. Penghuni rumah merupakan masyarakat baru maupun masyarakat lama yang dahulu bertempat tinggal di rumah Adat Balai Padang. Masyarakat baru merupakan masyarakat pendatang yang bukan berasal dari suku dayak bukit maupun suku dayak bukit yang sebelumnya tidak tinggal di rumah Adat Balai Padang. Sedangkan masyarakat lama merupakan suku Dayak Bukit yang dulunya tinggal di rumah Adat Balai Padang.

Kondisi saat ini, rumah Adat Balai Padang tidak dihuni oleh masyarakat karena kondisi yang kurang nyaman yaitu ada beberapa kerusakan material lantai karena terbuat dari material bambu dan kayu yang kondisinya sekarang banyak yang rapuh dan rusak. Kondisi atap saat ini juga sudah berubah dari atap rumbia menjadi atap seng, sehingga mengakibatkan kondisi di dalam lebih panas. Pada masa kini, masyarakat telah memiliki hunian masing-masing diluar rumah Adat Balai Padang. Namun, jika diperhatikan 52 bangunan yang ada tidak memiliki desain yang sama dengan rumah Adat Balai Padang. Hal ini dikarenakan tukang yang membuat rumah tersebut berasal dari jawa sehingga 52 rumah yang berkembang mengadaptasi arsitektur jawa.

Jika rumah Adat Balai Padang telah dilakukan perbaikan, maka ada

potensi untuk ditempati kembali dan terdapat aktivitas dari pagi hingga sore hari. Pada masa kini, rumah Adat Balai Padang difungsikan sebagai upacara adat tahunan. Namun upacara tersebut diadakan pada malam hari, sehingga aktivitas yang dilakukan saat upacara tidak dapat dikaitkan dengan kinerja pencahayaan alami pada bangunan. Oleh karena itu, aktivitas terkait penggunaan ruang yang ingin dikaji disini adalah jika diasumsikan rumah Adat Balai Padang telah difungsikan sebagai hunian dengan pola aktivitas berdasarkan pengamatan pada penghuni pada 52 rumah selain rumah Adat Balai Padang.

Berdasarkan pengamatan selama 3 hari dari 06.00 hingga 17.00 (tabel 4.27 warna kuning) terdapat aktivitas di rumah baik di kamar tidur, dapur maupun ruang tamu-keluarga dan teras. Aktivitas bapak-ibu yang bekerja seperti mengolah kemiri di teras, ruang tamu dan ruang keluarga diasumsikan dilakukan pada ruang Laras karena memiliki fungsi yang sama. Sedangkan aktivitas anak-anak setelah pulang sekolah yang bermain atau belajar di ruang tidur diasumsikan dilakukan pada ruang Bilik karena memiliki fungsi yang sama sebagai ruang tidur. Sehingga peningkatan pencahayaan alami pada ruang Laras dan Bilik perlu dilakukan karena terdapat potensi aktivitas pada ruangan tersebut.

Pada saat beraktivitas, potensi cahaya alami yang masuk sangat dipengaruhi oleh penggunaan buka-tutup bukaan. Terdapat 2 jenis bukaan yaitu pintu dan bukaan antara dinding dengan atap. Bukaan antara dinding dengan atap merupakan bukaan permanen sehingga terbuka sepanjang hari dari pagi hingga malam. Sementara bukaan pintu dapat dibuka tutup sesuai kebutuhan. Berdasarkan hasil pengamatan 3 hari, mayoritas penghuni tidak menutup pintu dari pagi hingga sore. Sehingga pintu dapat dijadikan sebagai bukaan yang dapat meningkatkan luasan sehingga dapat memaksimalkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan.



Gambar 4.29. Kondisi Lantai yang rusak (kiri), aktivitas upacara adat pada malam hari (kanan)

#### **4.4 Pembahasan Hasil Pengamatan di Lapangan**

##### **4.4.1 Faktor yang Mempengaruhi Tingginya Tingkat Pencahayaan Alami di Luar Bangunan**

Kondisi langit di daerah tropis dalam kurun waktu 1 tahun dominan overcast yang berkisar antara 10.000 lux hingga 13.000 lux di daerah katulistiwa (Mangunwijaya, 1980).. Jika dilihat dari hasil pengukuran diatas meskipun terdapat 11.400 lux pada sore hari di hari kedua yang memenuhi range nilai iluminasi langit pada kondisi overcast, tetapi secara keseluruhan memiliki nilai yang tinggi mencapai 109.500 lux yang menunjukkan kondisi langit mendekati kondisi clear sky yang mencapai 100.000 lux (Mangunwijaya, 1980). Faktor yang mempengaruhi tingginya nilai iluminasi yaitu pengaruh posisi matahari dan orientasi bangunan, pengaruh ketinggian dari permukaan laut dan cloud cover.

##### **A. Pengaruh Posisi Matahari**

Obyek terletak pada  $2^{\circ}\text{LS}$  sehingga memiliki rentang yang pendek dari garis katulistiwa ( $0^{\circ}$ ). Pada saat pengukuran bulan Agustus, posisi matahari berada di Utara garis Katulistiwa berdasarkan pola pergerakan matahari (Lechner, 2009). Pengukuran nilai iluminasi dilakukan di bagian Barat laut dan utara bangunan yang mendapatkan paparan langsung dari sisi Utara. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan hasil pengukuran nilai iluminasi di luar bangunan mendapatkan nilai yang tinggi bahkan melebihi 100.000 lux. Hal ini sesuai dengan literatur yang menunjukkan sisi utara bangunan mendapatkan paparan radiasi matahari dengan intensitas cahaya matahari lebih besar dibandingkan dengan sisi lainnya (Lechner, 2009).

Rumah Adat Balai Padang memiliki orientasi  $315^{\circ}$  atau menghadap Barat laut. Posisi tahunan matahari yang condong ke Utara mengakibatkan sisi Timur laut bangunan mendapatkan paparan maksimum pada pagi hari, sisi Utara bangunan mendapatkan paparan maksimum pada siang hari dan sisi Barat laut pada sore hari. Bilik 1 (besar) merupakan ruangan yang berada pada sisi Timur laut dan memiliki dinding di Timur laut dan Utara sehingga berpotensi mendapatkan cahaya alami maksimum dari pagi hingga siang hari. Sedangkan

ruang Laras-Pematang berada pada sisi Barat laut sehingga berpotensi mendapatkan cahaya alami maksimum dari siang hingga sore hari.

Orientasi pada kondisi eksisting yang menghadap Utara sudah tepat terkait dengan posisi pergerakan matahari baik secara tahunan yang dominan berada di Utara maupun secara harian. Sehingga dari pagi hingga sore hari, sisi Timur laut hingga Barat laut yang terdapat ruang Laras-Pematang sebagai ruang utama terjadinya aktivitas mendapatkan paparan cahaya alami secara maksimal.

## **B. Pengaruh Ketinggian dari Permukaan Laut**

Posisi geografis obyek terletak di daerah dataran tinggi pegunungan Meratus pada ketinggian 450 m diatas permukaan laut. Lokasi obyek yang tinggi mengakibatkan jarak dengan sumber cahaya matahari semakin pendek. Sehingga hal ini juga yang mengakibatkan nilai iluminasi pada pagi hingga sore hari sangat tinggi.

## **C. Pengaruh Cloud Cover**

Berdasarkan hasil dokumentasi berupa foto kondisi langit saat pengukuran pada gambar 4.22 – 4.24, dapat diketahui bahwa tutupan awan di lokasi penelitian sangat minim. Hari pertama dan ketiga pada pagi dan sore hari tutupan awan hanya 40-60%, sedangkan pada siang hari hanya 10% yang tertutup awan. Hal ini merupakan faktor yang mengakibatkan tingginya nilai iluminasi di luar bangunan yang mencapai 100.000 lux. Meskipun pada hari kedua tutupan awan mencapai 80-100%, tetapi nilai iluminasi langit mencapai 40.000 lux pada siang hari. Hal ini juga diakibatkan oleh faktor posisi astronomis obyek yang terletak 2°LS dekat dengan katulistiwa dan ketinggian lokasi mencapai 450 meter diatas permukaan laut yang mengakibatkan jarak dengan matahari menjadi semakin dekat.

Secara umum, nilai iluminasi langit menunjukkan nilai yang jauh diatas rata-rata nilai iluminasi langit di daerah tropis dengan kondisi langit overcast yang hanya mencapai 10.000 hingga 13.000 lux. Namun pada beberapa waktu pengukuran hari kedua yaitu pada pagi dan sore hari, nilai iluminasi di luar bangunan menunjukkan angka antara 10.000 hingga 13.000 lux. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa pengukuran yang dilakukan terjadi pada waktu ekstrim pada saat musim kemarau. Hal ini diperkuat dengan data dari BMKG yang



menunjukkan bahwa radiasi matahari pada bulan Agustus mencapai 330 cal/hari/cm<sup>2</sup> dengan nilai maksimum 352,9 cal/hari/cm<sup>2</sup> pada bulan september.

#### **4.4.2 Faktor yang Mempengaruhi Rendahnya Tingkat Pencahayaan Alami di Dalam Bangunan**

Nilai iluminasi cahaya alami di luar bangunan sangat tinggi, tetapi hasil pengukuran nilai iluminasi di dalam bangunan sangat rendah. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor dari bangunan rumah Adat Balai Padang yang dapat mempengaruhi nilai iluminasi yang masuk ke dalam bangunan yaitu :

##### **A. Pengaruh Obstruksi Lingkungan Sekitar**

Posisi matahari dan orientasi bangunan serta kondisi langit merupakan faktor yang mengakibatkan tingginya nilai iluminasi di luar bangunan. Namun nilai iluminasi dan DF yang rendah di dalam bangunan salah satunya dipengaruhi oleh obstruksi di sekitar rumah Adat Balai Padang pada gambar 4.29. Sisi depan bangunan berbatasan dengan pelataran terbuka sehingga tidak terdapat obstruksi dan cahaya alami dapat masuk secara maksimal. Hal ini ditunjukkan dengan nilai iluminasi pada beberapa titik di ruang Laras-Pematang dan Bilik 1 (besar) yang mencapai 250 hingga 569 lux yang melebihi standar iluminasi ruangan.



Gambar 4.30. Obstruksi bangunan pada samping kiri bangunan (kiri atas), kanan bangunan (kanan atas), obstruksi vegetasi pada belakang bangunan (kiri bawah), tidak ada obstruksi pada depan bangunan (kanan bawah)

Sisi samping kanan, samping kiri dan belakang terdapat obstuksi yang cukup signifikan menghalangi masuknya cahaya alami ke dalam ruangan. Sisi samping kanan bangunan berbatasan dengan bangunan tetangga yang memiliki tinggi mencapai 6 m dan memiliki jarak 2-3 m. Sisi samping kanan juga berbatasan dengan bangunan dengan ketinggian 6 m dan jarak yang lebih pendek yaitu 0,4-1 m. Sementara itu, pada bagian belakang bangunan juga terdapat obstruksi berupa tanaman pohon yang rimbun karena pada bagian belakang rumah Adat Balai Padang merupakan jurang dan bukit. Obstruksi pada bagian samping kanan, samping kiri dan belakang ini menutupi keseluruhan bukaan untuk mendapatkan sudut pandang ke arah langit.

Menurut Littlefair (2001), rekomendasi sudut minimum dari bukaan ke obstruksi adalah  $25^\circ$  dihitung dari 2 meter diatas lantai. Jika pada samping kanan memiliki jarak 2-3 m, maka seharusnya ketinggian obstruksi adalah 4-4,5 m. Jika pada samping kiri memiliki jarak 0,4-1 m, maka seharusnya ketinggian obstruksi adalah 2,3-2,8 agar cahaya matahari dapat masuk secara maksimal. Tetapi, obstruksi bangunan memiliki ketinggian 6 m sehingga menghalangi cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan.

Obstruksi merupakan salah satu komponen ERC yang dapat mempengaruhi DF ( $DF = SC + ERC + IRC$ ). Obstruksi bangunan di sekitar rumah Balai selain memiliki jarak yang sangat minim dan tidak memenuhi rekomendasi sudut minimum obstruksi  $25^\circ$  berdasarkan penelitian terdahulu, juga memiliki nilai reflektansi yang rendah dari material selubung bangunan yaitu material kayu dan berwarna coklat tua. Meskipun pada bagian samping kanan, samping kiri dan belakang bangunan merupakan ruang Bilik yang berfungsi sebagai ruang tidur dan tidak terlalu banyak aktivitas, tetapi masuknya cahaya dari samping kanan, kiri dan belakang sangat penting mengingat dimensi ruang Laras-Pematang di tengah bangunan yang luas dan tidak dapat dijangkau oleh cahaya alami dari depan bangunan yang berbatasan langsung dengan ruang luar.

## **B. Pengaruh Overhang Atap (overhang)**

Rumah Adat Balai Padang juga memiliki overhang atap sebagai salah satu ciri arsitektur nusantara di daerah tropis yang juga dapat dijumpai di bangunan

tradisional yang lainnya. Hampir seluruh dinding bagian luar memiliki overhang atap yang berdimensi antara 30 cm (sisi samping kanan, kiri dan belakang) hingga 3 m pada bagian depan bangunan yang juga berfungsi sebagai teras yang ditunjukkan pada gambar 4.30.



Gambar 4.31. Overhang panjang pada sisi depan bangunan (kiri), overhang pendek pada sisi belakang/bilik 2 (tengah), samping kanan/bilik 1 dan samping kiri/bilik 2 (kanan)

Pada bagian samping kiri, kanan dan belakang memiliki overhang atap yang pendek 30cm hingga 50 cm tetapi hanya memiliki dimensi bukaan yang minim dengan WWR 5-10%. Sedangkan pada bagian depan yang memiliki overhang atap yang panjang 3m, tetapi memiliki dimensi bukaan yang besar dengan WWR 28,64%. Pada bagian depan bangunan yang memiliki dimensi bukaan besar tidak dapat memasukkan cahaya alami secara maksimal karena terhalangi oleh overhang yang panjang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Evans (1981) yang menunjukkan penurunan nilai iluminasi 8% pada overhang 0,7m dan penurunan 25% pada overhang 2,5m.

Nilai iluminasi yang rendah di dalam bangunan juga diakibatkan oleh bentuk overhang seperti penelitian yang dilakukan oleh Prianto (2013) yang menunjukkan penurunan nilai iluminasi 38% pada overhang datar dan 60% pada overhang miring. Secara keseluruhan, bentuk overhang pada rumah Adat Balai Padang adalah miring dengan sudut kemiringan antara 10-30°. Hal ini berpotensi menurunkan nilai iluminasi yang masuk ke dalam bangunan mencapai 38-60%.

Selain itu, posisi ambang atas bukaan berhimpitan dengan overhang sehingga tidak terdapat jarak. Akibatnya keseluruhan sinar datang dari permukaan langit yang akan masuk ke dalam bukaan terhalangi oleh overhang. Hal ini juga ditunjang dengan kondisi langit pada saat pengukuran yang dominan clear sky dengan tipe pendistribusian cahaya direct sunlight. Posisi ambang atas bukaan yang berhimpitan dengan overhang ini juga terdapat pada sisi kanan, kiri dan

belakang bangunan yang mengakibatkan cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal akibat keseluruhan sinar datang cahaya alami dari langit tertutup oleh overhang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Indraini (2008) yang menunjukkan rasio 1:1,2 yaitu tiap 1m panjang overhang dapat menghalangi cahaya yang masuk pada ketinggian 1,2m di bawah overhang. Pada rumah Adat Balai Padang, bukaan samping kanan-kiri dan belakang memiliki tinggi 10-15cm dan overhang 30-50cm sehingga memiliki perbandingan lebar overhang : lebar bukaan = 3:1 yang jauh dari rekomendasi penelitian sebelumnya. Sedangkan pada bukaan depan yang memiliki dimensi 60cm, memiliki overhang 3m sehingga memiliki perbandingan lebar overhang : lebar bukaan = 5:1 yang juga jauh dari rekomendasi penelitian sebelumnya.

Berdasarkan kondisi yang ada, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk dapat memaksimalkan cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan terkait dengan permasalahan overhang atap adalah dengan cara meningkatkan ketinggian overhang atap atau menurunkan bukaan sehingga cahaya matahari pada sudut tertentu dapat masuk melalui bukaan tanpa terhalangi overhang atap.

### **C. Pengaruh Bentuk dan Dimensi Ruang**

Rumah Adat Balai Padang merupakan jenis rumah Balai Adat yang memiliki dimensi paling besar dibandingkan dengan rumah Balai Adat yang lainnya. Panjang sisi depan atau belakang mencapai 20,2 meter dan panjang sisi samping kanan atau samping kiri mencapai 16,5 meter serta memiliki luas total 262 m<sup>2</sup>. Kedalaman serta luasan yang besar ini merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan kurangnya ketersediaan cahaya alami di dalam ruangan ditinjau dari sebagian besar ruangan tidak memenuhi standar baik standar iluminasi, DF serta tidak memiliki keseragaman yang baik ditinjau uniformity ratio dari adanya nilai ekstrim yang jauh lebih besar dan jauh lebih kecil dari rata-rata.

Setiap bentuk bertujuan untuk mengurangi ketebalan dan memastikan ketersediaan pencahayaan alami yang cukup di dalam bangunan (Guzowski, 2000). Berdasarkan kedalaman dan luasan yang besar tersebut, rumah Adat Balai Padang dapat dikategorikan ke dalam bentuk memusat. Bentuk memusat memiliki pusat internal yang menjadi inti dan dikelilingi ruang disekitarnya. Untuk

mengurangi kedalaman bentuk memusat dan agar cahaya alami dapat menjangkau hingga bagian pusat bangunan, maka salah satu strategi yang dapat digunakan adalah bukaan atas, atrium, sumur cahaya atau halaman terbuka. Namun strategi ini tidak dijumpai pada rumah Adat Balai Padang.



Gambar 4.32. Kondisi bukaan pada Balai Bidukun (kiri), Balai Jalai (tengah) dan Balai Padang (kanan)

Jika dibandingkan dengan rumah Balai lainnya yang berdekatan yaitu Balai Jalai dan Bidukun, kedua Balai tersebut sama-sama memiliki bukaan atas tetapi dengan tipe yang berbeda. Balai Bidukun memiliki atap 2 layer berbentuk pelana dan memiliki bukaan atas dari bidang segitiga dan pertemuan antar atap. Balai Jalai memiliki atap pelana dan memiliki bukaan atas dengan dimensi yang sangat besar berupa bidang segitiga. Sedangkan Adat Balai Padang memiliki bentuk perisai dan tidak memiliki bukaan pada bagian atap. Penggunaan atap pelana dan tidak adanya bukaan ini yang menjadi karakteristik pada rumah Adat Balai Padang.

Selain bentuk ruang dan atap, terdapat pula perbedaan bentuk ketinggian lantai jika dibandingkan dengan rumah Balai lainnya. Pada prinsipnya, rumah Balai merupakan rumah panggung. Pada rumah Balai yang lain dapat dijumpai adanya kenaikan lantai dari permukaan tanah minimal 50 cm hingga 2 m. Tetapi Adat Balai Padang tidak memiliki kenaikan lantai dari permukaan tanah. Tinggi rendahnya lantai ini mempengaruhi ketinggian bukaan serta potensi untuk tertutup obstruksi lingkungan sekitar. Level lantai yang tinggi mengakibatkan potensi memasukkan cahaya alami lebih besar karena posisi bukaan yang lebih tinggi dan lebih sedikit tertutup obstruksi lingkungan sekitar. Sedangkan pada rumah Adat Balai Padang yang memiliki elevasi lantai sama dengan permukaan tanah mengakibatkan minimnya cahaya alami yang masuk karena posisi bukaan yang rendah dan potensi terhalangi oleh obstruksi lingkungan sekitar sangat besar.

Rumah Adat Balai Padang telah mengalami 3 kali pembongkaran dan pemindahan tempat, tetapi tetap memiliki bentuk yang sama baik bentuk terkait atap, elevasi lantai, pola penataan ruang dan dimensi ruang. Sehingga jika dilihat dari perjalanan tersebut, ada upaya untuk mempertahankan bentuk yang ada. Oleh karena itu perubahan bentuk tidak disarankan untuk dilakukan pada penelitian ini dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas penghuni masa kini karena dapat mengurangi atau menghilangkan karakteristik rumah Adat Balai Padang.

#### **D. Pengaruh Reflektansi Material Dinding, Atap dan Lantai**

Menurut Lechner (2009), urutan elemen yang paling mempengaruhi dalam pemantulan di dalam ruangan adalah pemantulan dari plafond, dinding belakang, dinding samping dan lantai. Rumah Adat Balai Padang tidak memiliki plafond yang dapat membantu dalam memantulkan cahaya alami ke ruangan yang lebih dalam. Hal ini mengakibatkan nilai iluminasi di dalam ruangan terjadi perbedaan yang sangat signifikan seperti pada ruang Laras terdapat perbedaan antara 500 lux dan 1 lux. Meskipun material atap merupakan seng yang memiliki warna silver dan mengkilat, tetapi karena posisinya yang cukup tinggi yaitu 6 meter mengakibatkan pemantulan tidak terjadi secara maksimal.

Material dinding dan lantai pada rumah Adat Balai Padang menggunakan papan kayu dan bambu. Pada beberapa dinding di ruang Laras dan Pematang sudah diberi cat warna kuning dan hijau muda, tetapi secara keseluruhan material kayu dan bambu tidak dicat dan berwarna coklat tua. Dari total 23 dinding (4 dinding Laras-Pematang, 8 dinding Bilik 1, 7 dinding Bilik 2 dan 4 dinding Bilik 3) hanya 3 dinding di ruang Laras yang dicat kuning dan hijau cerah sehingga 87% dari dinding dan 100% dari lantai berwarna coklat tua. Material dinding dan lantai yang tidak mengkilat dan berwarna gelap memiliki nilai reflektansi yang sangat rendah yaitu 5-10%. Nilai reflektansi material tercantum di dalam lampiran. Hal ini mengakibatkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan melalui bukaan dan pintu tidak dapat dipantulkan dan didistribusikan secara maksimal. Meskipun nilai iluminasi di luar bangunan mencapai 100.000 lux, tetapi nilai iluminasi di dalam bangunan menjadi sangat rendah karena nilai

reflektansi material yang sangat kecil. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa nilai iluminasi dan DF yang rendah di dalam ruangan diakibatkan rendahnya nilai reflektansi material dinding, lantai dan atap yang merupakan komponen IRC ( $DF = SC + ERC + IRC$ ).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai iluminasi di dalam ruangan dan agar persebarannya merata adalah dengan meningkatkan nilai reflektansi material. Peningkatan reflektansi material dapat dilakukan melalui 2 cara yaitu mengganti material atau memberi warna pada material. Terkait dengan budaya dan identitas rumah Adat Balai Padang yang menggunakan material kayu, maka upaya yang dapat dilakukan adalah memberikan warna cerah pada kayu pada dinding dan lantai agar dapat meningkatkan nilai reflektansi material. Pemberian warna dapat dilakukan pada rumah Adat Balai Padang menurut ketua adat / Damang. Hal ini juga terlihat pada beberapa dinding di ruang Laras dan Pematang yang sudah menggunakan warna kuning dan hijau. Serta material atap yang dahulu adalah rumbia warna coklat sekarang menjadi seng warna biru. Tetapi karena material bangunan merupakan variabel kontrol, sehingga tidak perlu adanya perubahan pada material bangunan.

#### **E. Pengaruh Luas Bukaannya**

Pengaruh luas bukaan dibahas tersendiri dalam sub-bab 4.4.3 karena merupakan faktor yang dijadikan sebagai variabel bebas dalam penelitian ini.

#### **F. Pengaruh Posisi Bukaannya**

Pengaruh ketinggian bukaan dibahas tersendiri dalam sub-bab 4.4.4 karena merupakan faktor yang dijadikan sebagai variabel bebas dalam penelitian ini.

#### **4.4.3 Pengaruh Luas Bukaannya Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami**

Pada penelitian ini, bukaan pada Balai Padang dikategorikan menjadi 2 berdasarkan bentuknya yaitu bukaan berupa pintu dan bukaan berupa jarak antara dinding dengan atap. Berdasarkan perhitungan WWR pada tabel 4.4, 4.10, 4.16 dan 4.22 didapatkan nilai WWR minimum pada bangunan sebesar 2% dan maksimum sebesar 45%. Terdapat beberapa bukaan yang telah memenuhi standar minimum yang direkomendasikan oleh Urusa (1998) yaitu 20% dengan

rincian keseluruhan dinding pada ruang Laras-Pematang lebih dari 20%, 3 dari 8 dinding lebih dari 20% pada ruang Bilik 1 (besar), 2 dari 7 dinding lebih dari 20% pada ruang Bilik 2 (sedang) dan 2 dari 4 dinding lebih dari 20%. Secara keseluruhan persentase WWR pada dinding yang melebihi 20% lebih kecil. Pada ruang Laras-Pematang yang keseluruhan dindingnya melebihi 20% WWR, dinding 1 merupakan dinding luar yang memasukkan cahaya alami secara langsung tetapi terhalangi oleh overhang atap yang mencapai 3 meter. Sedangkan dinding 2, 3 dan 4 merupakan dinding dalam pembatas antara Laras dengan Bilik yang hanya meneruskan cahaya alami yang masuk dari dinding luar. Dinding luar dari ruang Bilik 1 dan 2 sangat berpotensi untuk menerima cahaya alami. Tetapi pada bilik 1 hanya 3 dari 8 dinding yang melebihi 20% dan pada dinding 2 hanya 2 dari 7 dinding yang melebihi 20%, sehingga cahaya alami yang masuk kurang maksimal. Pada ruang Bilik 3 (kecil), 2 dari 4 dinding melebihi 20%. Tetapi 2 dinding tersebut terdiri dari 1 dinding dalam dan 1 dinding luar sehingga hanya 1 bagian dinding luar saja yang melebihi 20% sehingga cahaya alami yang masuk dari Bilik 3 juga kurang maksimal.

Berdasarkan analisa diatas, secara keseluruhan WWR yang ada pada rumah Adat Balai Padang tidak memenuhi 20%. Pada dinding yang memiliki WWR lebih besar dari 20% bahkan mencapai 45% juga kurang efektif dalam memasukkan cahaya alami berdasarkan penempatan dan obstruksi di sekitarnya. Oleh karena itu, masih terdapat potensi pembenahan luasan bukaan dalam meningkatkan kuantitas cahaya alami di dalam ruangan sehingga dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami bagi penghuni sesuai aktivitas masa kini.

Upaya dalam menambah luasan bukaan tidak menutup kemungkinan dilakukan penambahan bukaan berupa jendela. Mayoritas bukaan yang ada saat ini merupakan bukaan permanen yang terbuka sepanjang hari berupa jarak antara dinding dan atap. Tetapi pada ruang Bilik 1 yang merupakan ruang Bilik terbesar pada bangunan tersebut terdapat jenis bukaan lain berupa jendela yang dapat dibuka tutup berdasarkan pada gambar 4.58. Hal ini dapat menjadi alternatif jika penambahan luasan berupa bukaan antara dinding dengan atap tidak memungkinkan, maka dapat ditambahkan bukaan berupa jendela. Selain itu pada bukaan antara dinding dengan atap terdapat sekat-sekat dari bambu. Upaya yang



dapat dilakukan untuk memperluas bukaan adalah menghilangkan sekat-sekat bambu dan mengganti dengan kawat seperti bukaan pada dinding ruang Laras-Pematang sehingga dapat meningkatkan persentase WWR.



Gambar 4.33. Bukaan antara dinding dengan atap bentuk kotak (kiri) dan segitiga (tengah) serta bukaan berupa jendela (kanan)

Selain memiliki bukaan berupa pintu serta bukaan antara dinding dengan atap, rumah Adat Balai Padang juga memiliki bukaan berupa bukaan antara susunan kayu atau susunan bambu pada dinding dan lantai. Tetapi, pada penelitian ini, bukaan bukaan ini diabaikan karena kerapatan yang cukup tinggi, kesulitan dalam perhitungan persentase bukaan pada dinding serta kesulitan dalam pemodelan simulasi menggunakan software komputer.

#### **4.4.4 Pengaruh Posisi Bukaan Terhadap Kuantitas dan Distribusi Pencahayaan Alami**

Bukaan efektif untuk memasukkan cahaya alami pada rumah Adat Balai Padang berupa bukaan antara dinding dan atap yang selalu terbuka sepanjang hari. Bukaan ini memiliki ambang bawah 1,7 m dan ambang atas 1,9 hingga 3,3 m serta memiliki tinggi 20 cm hingga 80 cm. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wirawan (2007), posisi bukaan untuk pencahayaan alami terbaik memiliki ambang atas 2,7 hingga 3 m dengan ambang bawah tidak lebih tinggi dari 75 cm – 1 m pada bidang kerja. Bukaan pada Adat Balai Padang menunjukkan bahwa ambang atas telah sesuai dengan rekomendasi penelitian sebelumnya, tetapi ambang bawah 1,7 m tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu 75 cm sehingga terdapat selisih 95 cm. Selisih yang cukup besar ini yang mengakibatkan cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal ke dalam ruangan.

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, didapat fenomena bahwa nilai iluminasi di dalam ruangan tidak dapat menjangkau area yang jauh dari bukaan serta terdapat perbedaan yang sangat signifikan. Salah satu contohnya, seperti pada pengukuran di ruang Laras-Pematang pada sore hari pada tabel 4.30. pada jarak 2 m dari bukaan memiliki nilai iluminasi 250 lux, tetapi pada jarak 4 m nilai iluminasinya turun drastis menjadi 40 lux serta pada jarak 6 m menjadi 15 lux dan jarak 8 m menjadi 5 lux. Menurut Lawrence Berkeley National Laboratory (1997), pada umumnya cahaya alami bisa menjangkau 1,5x dari ketinggian jendela bahkan dapat mencapai 2,5x dengan meninggikan jendela. Jika dilihat dari ambang atas bukaan pada ruangan tersebut 3,3 m, seharusnya dapat menjangkau hingga 5 m. Tetapi pada titik 4 m menunjukkan penurunan sangat tajam dibandingkan titik 2 m. Hal ini menunjukkan permasalahan pada posisi ketinggian jendela terutama pada ambang bawah yang tidak berada bidang kerja yaitu sekitar 0,75 hingga 1 m.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan adalah dengan menurunkan ambang bawah bukaan hingga pada ketinggian bidang kerja 0,75 hingga 1 m dengan kondisi ambang atas bukaan tetap. Jika hal ini diaplikasikan pada perbaikan bentuk bukaan, maka secara tidak langsung akan meningkatkan luasan bukaan. Namun, yang perlu diperhatikan adalah bukaan antara dinding dengan atap memiliki panjang dari ujung ke ujung dinding, bukan seperti jendela yang posisinya pada area-area tertentu seperti di samping dinding atau di tengah dinding. Sehingga, jika ambang bawah bukaan diturunkan hingga ketinggian bidang kerja maka akan menimbulkan persentase bukaan mencapai 80 hingga 90 % yang dapat mengganggu keprivasian penghuni di dalam ruangan atau juga dapat menimbulkan permasalahan baru pada pencahayaan atau termal.

#### **4.4.5 Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Berdasarkan Standart Sesuai Aktivitas Penghuni Masa Kini**

Pada masa kini masyarakat yang tinggal pada 52 rumah selain rumah Adat Balai Padang banyak beraktivitas di dalam bangunan, sehingga perlu ditinjau berdasarkan standart apakah kondisi bukaan pada rumah Adat Balai Padang dapat

mengakomodasi pencahayaan alami yang masuk untuk aktivitas penghuni masa kini pada pagi hingga sore hari jika nantinya rumah Adat Balai Padang difungsikan kembali sebagai rumah tinggal.

#### A. Standart nilai iluminasi

Berikut adalah nilai iluminasi di dalam ruangan berdasarkan hasil pengukuran lapangan yang disesuaikan dengan standart SNI 03-6197-2000 yaitu pada ruang tamu-keluarga sebesar 120-250, ruang tidur sebesar 120-250 dan dapur sebesar 250.

Tabel 4.37. Nilai iluminasi ruang berdasarkan standart SNI 03-6197-2000

Ruang	Fungsi	Waktu	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Laras Pematang	Ruang tamu & keluarga	Pagi	25,2 Lux (X)	83 Lux (X)	3,5 Lux (X)
		Siang	36,4 Lux (X)	93 Lux (X)	8,5 Lux (X)
		Sore	26,8 Lux (X)	165 Lux (V)	1 Lux (X)
Bilik 1 besar	Ruang tidur	Pagi	20,39 Lux (X)	171 Lux (V)	0 Lux (X)
		Siang	35,36 Lux (X)	389 Lux (V)	0 Lux (X)
		Sore	15,42 Lux (X)	190 Lux (V)	0 Lux (X)
	Dapur	Pagi	14,69 Lux (X)	28,5 Lux (X)	6,5 Lux (X)
		Siang	57,81 Lux (X)	313 Lux (V)	9 Lux (X)
		Sore	4,31 Lux (X)	11 Lux (X)	1 Lux (X)
Bilik 2 sedang	Ruang tidur	Pagi	2,06 Lux (X)	4 Lux (X)	1 Lux (X)
		Siang	2,94 Lux (X)	3,5 Lux (X)	2,5 Lux (X)
		Sore	0,94 Lux (X)	2,5 Lux (X)	0 Lux (X)
	Dapur	Pagi	2,5 Lux (X)	2,5 Lux (X)	2,5 Lux (X)
		Siang	5,5 Lux (X)	5,5 Lux (X)	5,5 Lux (X)
		Sore	0,5 Lux (X)	0,5 Lux (X)	0,5 Lux (X)
Bilik 3 kecil	Ruang tidur	Pagi	28,75 Lux (X)	64,5 Lux (X)	5,5 Lux (X)
		Siang	67,25 Lux (X)	193,5 Lux (V)	12 Lux (X)
		Sore	11 Lux (X)	23 Lux (X)	2 Lux (X)

Keterangan : (V) = memenuhi standart, (X) = tidak memenuhi standart

Berdasarkan hasil diatas dapat diketahui bahwa secara keseluruhan kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang tidak memenuhi standart yang ditunjukkan oleh warna hitam, sedangkan nilai iluminasi yang memenuhi standart ditunjukkan dengan warna biru. Sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami berdasarkan aktivitas penghuni masa kini yang banyak beraktivitas di dalam bangunan dari pagi hingga sore hari.

## B. Standart nilai Daylight Factor

Berikut adalah nilai DF di dalam ruangan berdasarkan hasil pengukuran lapangan yang disesuaikan dengan standart Littlefair (2001) yaitu pada ruang tamu-keluarga sebesar 1,5 %, ruang tidur sebesar 1 % dan dapur sebesar 2 %.

Tabel 4.38. Nilai daylight factor (DF) ruang Bilik 3 (kecil) berdasarkan standart Baker (2001)

Ruang	Fungsi	Waktu	Rata-rata	Maksimum	Minimum
Laras Pema-tang	Ruang tamu & keluarga	Pagi	0,07 % (X)	0,20 % (X)	0,01 % (X)
		Siang	0,06 % (X)	0,21 % (X)	0,006 % (X)
		Sore	0,10 % (X)	0,35 % (X)	0 % (X)
Bilik 1 besar	Ruang tidur	Pagi	0,04 % (X)	0,41 % (X)	0 % (X)
		Siang	0,03 % (X)	0,26 % (X)	0,002 % (X)
		Sore	0,05 % (X)	0,58 % (X)	0 % (X)
	Dapur	Pagi	0,03 % (X)	0,09 % (X)	0,007 % (X)
		Siang	0,04 % (X)	0,09 % (X)	0,01 % (X)
		Sore	0,02 % (X)	0,08 % (X)	0,006 % (X)
Bilik 2 sedang	Ruang tidur	Pagi	0,004 % (X)	0,01 % (X)	0 % (X)
		Siang	0,009 % (X)	0,01 % (X)	0,007 % (X)
		Sore	0,004 % (X)	0,008 % (X)	0 % (X)
	Dapur	Pagi	0,003 % (X)	0,003 % (X)	0,003 % (X)
		Siang	0,006 % (X)	0,006 % (X)	0,006 % (X)
		Sore	0 % (X)	0 % (X)	0 % (X)
Bilik 3 kecil	Ruang tidur	Pagi	0,06 % (X)	0,09 % (X)	0,02 % (X)
		Siang	0,05 % (X)	0,13 % (X)	0,01 % (X)
		Sore	0,03 % (X)	0,07 % (X)	0,01 % (X)

Keterangan : (V) = memenuhi standart, (X) = tidak memenuhi standart

Nilai daylight factor juga menunjukkan hasil yang sama dengan nilai iluminasi ruangan yaitu secara keseluruhan tidak dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami untuk beraktivitas masa kini sesuai standart pada pagi yang diwakili pukul 09.00, siang yang diwakili pukul 12.00 dan sore yang diwakili pukul 15.00. Pada nilai iluminasi masih dapat dijumpai beberapa nilai yang memenuhi standart. Tetapi pada nilai daylight factor, sudah tidak dapat dijumpai nilai yang memenuhi standart karena nilai iluminasi luar bangunan sebagai pembagi sangat tinggi mencapai 100.000 lux. Sehingga kondisi rumah Adat Balai Padang saat ini tidak dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami berdasarkan aktivitas penghuni masa kini yang banyak beraktivitas di dalam bangunan dari pagi hingga sore hari.

### C. Standart distribusi Pencahayaan Alami

Distribusi pencahayaan alami terkait uniformity ratio menggunakan 2 standart yaitu 40% dari ruangan memiliki nilai iluminasi sesuai standart (Ander, 1995) dan perbandingan nilai minimum dan rata-rata DF adalah 1:3 (Steffy, 2002). Standart yang dikemukakan oleh Ander (1995) bertujuan untuk mengetahui berapa banyak titik dari total luas lantai yang memenuhi standart, sedangkan standart yang dikemukakan oleh Steffy (2002) bertujuan untuk mengetahui adanya potensi kontras yang terjadi di dalam suatu ruangan yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan visual.

Berikut adalah distribusi pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang sesuai dengan standart yang dikemukakan oleh Ander (1995) :

Tabel 4.39. Distribusi pencahayaan alami berdasarkan standart Ander (2005)

Ruang	Waktu	Nilai	Keterangan
Laras Pema-tang	Pagi	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 24 titik pengukuran
	Siang	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 24 titik pengukuran
	Sore	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 24 titik pengukuran
Bilik 1 besar	Pagi	4% (tidak memenuhi standart)	1 dari 28 titik pengukuran
	Siang	4% (tidak memenuhi standart)	1 dari 28 titik pengukuran
	Sore	7% (tidak memenuhi standart)	2 dari 28 titik pengukuran
Bilik 2 sedang	Pagi	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 9 titik pengukuran
	Siang	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 9 titik pengukuran
	Sore	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 9 titik pengukuran
Bilik 3 kecil	Pagi	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 4 titik pengukuran
	Siang	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 4 titik pengukuran
	Sore	0% (tidak memenuhi standart)	0 dari 4 titik pengukuran

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa secara keseluruhan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan tidak sesuai standart karena tidak ada yang mencapai 40% dari luas ruangan. Sehingga secara keseluruhan kondisi di dalam bangunan sangat gelap dan tidak memungkinkan untuk beraktivitas. Pada ruang Bilik 1 (besar) terdapat nilai 4% pada pagi dan siang hari dengan 1 titik dari 28 titik yang memenuhi standart serta nilai 7% pada sore hari dengan 2 dari 28 titik. Hal ini disebabkan pada pagi hari Bilik 1 mendapatkan cahaya langsung dari sisi timur laut, siang hari dari sisi utara dan sore hari dari sisi barat laut. Titik pengukuran yang memenuhi tersebut terletak di dekat pintu, bukan pada area yang

dekat dengan bukaan antara dinding dengan atap yang tidak terdapat pintu atau area di tengah ruangan.

Berikut adalah distribusi pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang sesuai dengan standart yang dikemukakan oleh Steffy (2002) :

Tabel 4.40. Distribusi pencahayaan alami berdasarkan standart Steffy (2002)

Ruang	Waktu	Nilai	Keterangan
Laras Pema-tang	Pagi	1:7,2 → tidak memenuhi standart	25,21 lux : 3,5 lux
	Siang	1:4,2 → tidak memenuhi standart	36,44 lux : 8,5 lux
	Sore	1:26 → tidak memenuhi standart	26,81 lux : 1 lux
Bilik 1 besar	Pagi	1:20 → tidak memenuhi standart	20,05 lux : 1 lux
	Siang	1:22 → tidak memenuhi standart	44,14 lux : 2 lux
	Sore	1:14 → tidak memenuhi standart	14,05 lux : 1 lux
Bilik 2 sedang	Pagi	1:2,1 → memenuhi standart	2,1 lux : 1 lux
	Siang	1:1,3 → memenuhi standart	3,2 lux : 2,5 lux
	Sore	1:0,9 → memenuhi standart	0,9 lux : 1 lux
Bilik 3 kecil	Pagi	1:5,3 → tidak memenuhi standart	28,75 lux : 5,5 lux
	Siang	1:5,6 → tidak memenuhi standart	67,25 lux : 12 lux
	Sore	1:5,5 → tidak memenuhi standart	11 lux : 2 lux

Tabel 4.40 menunjukkan hasil yang tidak terlalu berbeda dengan tabel 4.41 yaitu secara keseluruhan tidak memenuhi standart dan dapat mengindikasikan terjadinya potensi silau karena terdapat perbandingan yang sangat ekstrim mencapai 26 : 1 yang menunjukkan terjadinya selisih yang besar antara nilai iluminasi rata-rata dan nilai minimum. Hal ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan visual ketika penghuni melakukan aktivitas di titik tersebut. Terdapat 1 ruang yang memenuhi standart dari pagi hingga sore hari yaitu ruang Bilik 2 (sedang). Pada Bilik 2, tidak ada nilai iluminasi dan nilai DF yang memenuhi standart. Nilai iluminasi dan DF yang diperoleh menunjukkan tidak adanya perbedaan nilai yang terlalu signifikan akibat adanya nilai ekstrim yaitu nilai yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Hal ini diakibatkan oleh ruang Bilik 2 yang terletak di sisi Barat daya dan Selatan yang kurang mendapat paparan secara langsung sinar matahari. Selain itu, pada sisi ini juga terdapat obstruksi berupa bangunan 6m dengan jarak hanya 0,4-1m dan pohon hutan yang rimbun. Sehingga, nilai iluminasi di dalam ruangan dan nilai DF yang dihasilkan hampir seragam di dalam ruangan tanpa adanya nilai ekstrim.

#### 4.5 Kesimpulan Hasil Pengamatan Lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang di Kalimantan Selatan sangat buruk. Hal ini ditinjau dari rendahnya nilai iluminasi, daylight factor dan distribusi cahaya alami di dalam bangunan yang secara keseluruhan pada 3 hari pengukuran pagi, siang dan sore hari tidak memenuhi standart.

Kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan berbanding terbalik dengan kondisi di luar bangunan dengan tingkat pencahayaan alami yang sangat tinggi yaitu mencapai 11.000 lux mendekati karakteristik *overcast* pada hari kedua dan mencapai lebih dari 100.000 lux mendekati karakteristik *clear sky* pada hari pertama dan ketiga yang mengindikasikan hari ekstrim ditinjau juga dari data radiasi matahari BMKG setempat yang tinggi. Nilai iluminasi pencahayaan alami di luar bangunan sangat tinggi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu posisi matahari / *latitude*, ketinggian dari permukaan laut / *altitude* dan tutupan awan / *cloud cover*. Bangunan terletak pada posisi 2°LS yang dekat garis katulistiwa serta memiliki ketinggian lokasi mencapai 450 m diatas permukaan laut yang lebih dekat dengan sumber cahaya matahari, sehingga mendapatkan paparan matahari lebih besar. Selain itu, pada saat pengukuran kondisi langit relatif tidak tertutup awan sehingga mengakibatkan intensitas matahari sangat besar hingga mencapai alat ukur.

Kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan yang sangat rendah dan tidak memenuhi standart dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu obstruksi lingkungan berupa bangunan tetangga dan pohon, bentuk dan dimensi bangunan yang besar dan dalam, reflektansi material bangunan yang rendah serta luas bukaan yang minim dan posisi bukaan yang jauh dari bidang kerja. Bentuk dan dimensi bangunan mempengaruhi rendahnya tingkat pencahayaan alami di dalam bangunan karena dimensi lantai rumah Adat Balai Padang yang terbesar dibandingkan dengan lainnya tetapi tidak memiliki bukaan atas serta ditunjang dengan elevasi yang rendah dari tanah sehingga cahaya alami dari luar tidak dapat menjangkau hingga seluruh area dan kedalaman tertentu. Overhang mempengaruhi rendahnya tingkat pencahayaan alami di dalam bangunan karena posisinya yang berhimpitan dengan bukaan sehingga menutupi bukaan

dalam memasukkan cahaya alami. Pada sisi depan bangunan terdapat bukaan besar hingga 80 cm tetapi juga overhang yang lebar 3 m. Pada sisi belakang dan samping terdapat overhang pendek 30 cm tetapi juga memiliki bukaan yang minim hanya 10-15 cm. Reflektansi material mempengaruhi rendahnya tingkat pencahayaan alami di dalam bangunan karena mayoritas menggunakan material kayu dan bambu berwarna coklat tua dengan nilai reflektansi rendah 5-10%.

Luas dan posisi bukaan antara dinding dengan atap sangat berpengaruh terhadap kinerja pencahayaan alami pada rumah Balai Padang. Ditinjau dari luas bangunan, secara keseluruhan memiliki WWR yang rendah dibawah 20% sehingga perlu ada usulan peningkatan luasan bukaan. Hal ini mengakibatkan minimnya cahaya alami yang masuk serta tidak dapat menjangkau pada kedalaman tertentu. Terkait dengan posisi bukaan, perubahan luasan bukaan pada dinding luar (dinding ruang Laras-Pematang dan Bilik yang berbatasan dengan ruang luar) lebih efektif dibandingkan dengan dinding dalam (dinding ruang Laras-Pematang yang berbatasan dengan ruang Bilik. Ditinjau dari posisi bukaan, terdapat permasalahan pada ambang atas 3 m sesuai dengan rekomendasi penelitian terdahulu, tetapi tidak memiliki jarak terhadap overhang sehingga menghalangi cahaya alami yang masuk. Selain itu, posisi ambang bawah 1,7m tidak sesuai dengan rekomendasi penelitian terdahulu yaitu pada bidang kerja 0,75-1,00 m sehingga cahaya alami tidak dapat masuk maksimal dan menjangkau hingga 1,5 atau 2,5 kedalaman ruang.

Seseluruhan pengukuran pada 3 hari dan 3 waktu (pagi, siang, sore) serta pada 4 sampel ruang yaitu ruang Laras-Pematang, Bilik 1 (besar), Bilik 2 (sedang) dan Bilik 3 (kecil) menunjukkan kondisi bukaan yang tidak dapat memenuhi standart pencahayaan alami berdasarkan nilai iluminasi, daylight factor, nilai distribusi berdasarkan 40% luas ruangan yang memenuhi standart DF serta perbandingan nilai minimum dengan rata-rata 1:3 yang tidak memungkinkan untuk digunakan sesuai pola aktivitas masa kini sehingga perlu ada perubahan. Berdasarkan hasil pengukuran lapangan, kinerja pencahayaan alami di dalam rumah Adat Balai Padang kurang baik ditinjau dari rendahnya nilai iluminasi dan tidak memenuhi standart. Oleh karena itu perlu dilakukan eksperimen dengan beberapa pengkondisian.



## **BAB 5**

### **HASIL EKSPERIMEN DENGAN SIMULASI**

#### **5.1 Verifikasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi**

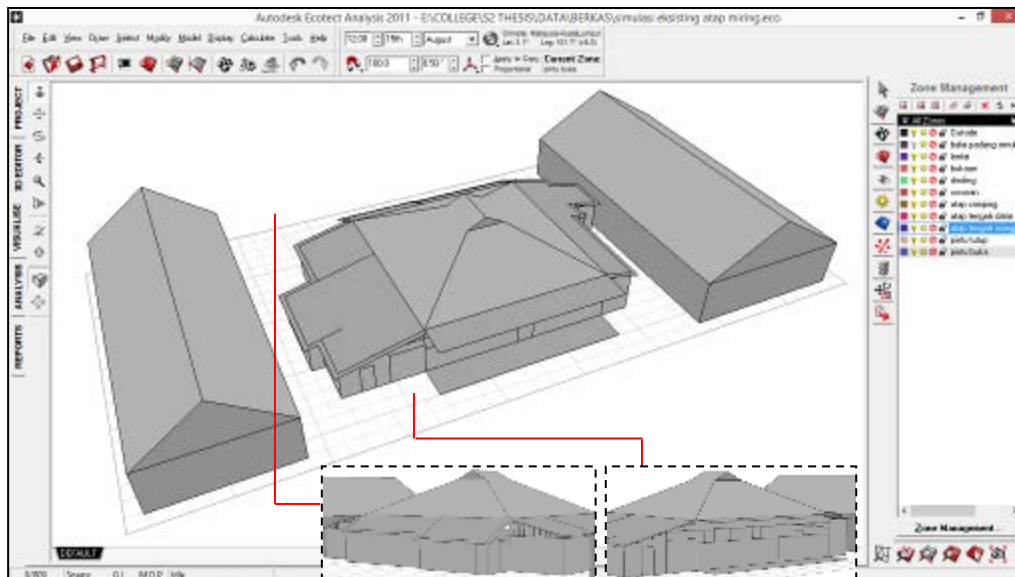
Verifikasi dilakukan untuk melihat kesesuaian dari hasil pengukuran lapangan dengan hasil simulasi. Data nilai iluminasi dan *daylight factor* (DF) yang diperoleh digunakan sebagai perbandingan. Permodelan pada simulasi yang akan dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan merupakan permodelan yang sesuai dengan kondisi lapangan sebelum dilakukan pengkondisian. Ruang-ruang pada hasil simulasi yang akan dilakukan verifikasi terhadap hasil pengukuran lapangan adalah ruang Laras-Pematang, ruang Bilik 1 (besar), ruang Bilik 2 (sedang) dan ruang Bilik 3 (kecil) sesuai dengan pemilihan ruang dan pengukuran pencahayaan alami di lapangan.

##### **5.1.1 Pemodelan pada Simulasi**

Berikut adalah hasil pemodelan dan data input yang digunakan dalam simulasi yang terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

##### **1. Data fisik bangunan**

Data fisik bangunan meliputi bentuk dan dimensi bangunan, bentuk dan dimensi bukaan, material bangunan, letak obyek secara astronomis dan geografis, kondisi lingkungan, orientasi dan waktu dilakukan simulasi. Bentuk dan dimensi bangunan dan bukaan serta material yang digunakan pada gambar 5.1 dan 5.2 berdasarkan hasil pengukuran lapangan yang tercantum dalam bab 4 pada tabel 4.1 hingga 4.23. pada gambar 5.2 menunjukkan letak obyek secara astronomis 2°LS dan geografis dengan ketinggian 450m berdasarkan literatur pada bab 4, sub bab 4.1.1, kondisi lingkungan terbuka dan orientasi Barat Laut 315° berdasarkan pengamatan di lapangan serta waktu simulasi dilakukan pada pukul 12.00 tanggal 15 Agustus 2015 yang bertepatan dengan tanggal pengukuran lapangan yang masih berada pada musim kemarau dan merupakan salah satu bulan terpanas berdasarkan data BMKG Banjarbaru.



Gambar 5.1 Permodelan obyek beserta kondisi lingkungan pada software ecotect

U-Value (W/m2.K):	0.300	U-Value (W/m2.K):	3.100	<b>Site Location</b> Latitude: Longitude: -1.5000° 113.2000° Local Time Zone: +7:00 Bangkok
Admittance (W/m2.K):	4.960	Admittance (W/m2.K):	3.100	
Solar Absorption (0-1):	0.932	Solar Absorption (0-1):	0.901	
Visible Transmittance (0-1):	0	Visible Transmittance (0-1):	0	
Thermal Decrement (0-1):	0.35	Thermal Decrement (0-1):	1	
Thermal Lag (hrs):	5	Thermal Lag (hrs):	0.2	
[SBEM] CM 1:	0	[SBEM] CM 1:	0	
[SBEM] CM 2:	0	[SBEM] CM 2:	0	
Thickness (mm):	210.0	Thickness (mm):	132.0	
Weight (kg):	240.848	Weight (kg):	31.760	
	Internal	External		<b>Site Specifics</b>  North Offset: -45.0° Altitude: 450.0 Local Terrain: Exposed
Colour (Reflect.):	(R:0.075)	(R:0.075)	Colour (Reflect.): (R:0.385) (R:0.110)	
Emissivity:	0.9	0.9	Emissivity: 0.9 0.9	
Specularity:	0	0	Specularity: 0 0	
Roughness:	0	0	Roughness: 0 0	

Gambar 5.2 Data material dinding dan lantai (kiri), atap (tengah) dan posisi bangunan (kanan)

Berikut adalah perbandingan model pada simulasi komputer dengan eksisting :

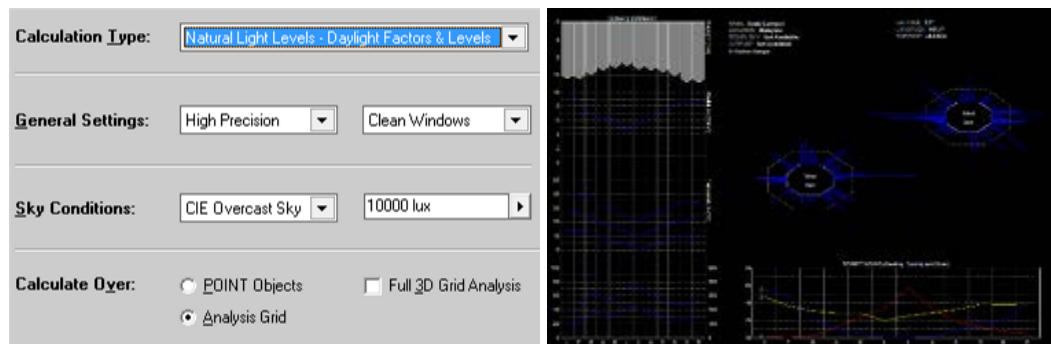
Tabel 5.1. Perbandingan model simulasi dengan kondisi eksisting

INDIKATOR	EKSISTING	MODEL SIMULASI
Obstruksi	Ada pohon di bagian belakang	Pohon dihilangkan
Perabot	Ada perabot upacara di tengah ruang Laras-Pematang	Perabot dihilangkan
Poroditas	Ada pada dinding dan lantai	Porositas dihilangkan
Panggung	Bagian depan sejajar tanah, semakin ke belakang tanah menurun dan ada panggung	Tanah dibuat datar dan tidak terdapat panggung
Sekat pada bukaan	Ada sekat bambu pada bukaan	Dimensi sekat dijadikan 1 sebagai bidang solid

Warna, material, bentuk, ukuran bukaan dan bangunan, posisi pada lingkungan dan orientasi tidak ada perbedaan antara eksisting dengan model pada simulasi

## 2. Data iklim dan kondisi langit

Data iklim yang digunakan diambil dari data iklim Banjar Baru dengan periode 12 bulan yang terdiri dari data curah hujan, arah angin, kecepatan angin, suhu rata-rata, kelembaban dan radiasi matahari yang tercantum dalam gambar 5.3 kanan. Pada saat melakukan simulasi, dipilih jenis langit overcast dengan nilai iluminasi langit 10.000 lux berdasarkan kondisi langit di daerah tropis lembab menurut Mangunwijaya (1980) pada gambar 5.3 kiri. Meskipun nilai iluminasi di luar bangunan pada saat pengukuran lapangan mencapai 100.000 lux karena terdapat indikasi pengukuran lapangan dilakukan pada saat kondisi ekstrim dengan kondisi langit clear sky dengan tipe cahaya direct sunlight dibandingkan dengan daylight, namun pada simulasi ini menggunakan 10.000 lux berdasarkan standart karena ingin mengetahui kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang pada kondisi umum daerah beriklim tropis lembab yaitu kondisi langit overcast yang memiliki nilai iluminasi 10.000 lux.



Gambar 5.3 Kondisi langit (kiri) dan data iklim input dari data BMKG banjarbaru (kanan)

### 5.1.2 Perbandingan Hasil Pengukuran Lapangan dan Simulasi

Perbandingan yang dilakukan meliputi nilai iluminasi langit di luar bangunan dan nilai iluminasi di dalam bangunan.

#### A. Nilai Iluminasi di luar bangunan rumah Adat Balai Padang

Rata-rata Nilai iluminasi di luar rumah Adat Balai Padang pada tiap pengukuran di masing-masing ruangan ditunjukkan pada tabel 5.2. Nilai iluminasi

di luar bangunan pada simulasi menggunakan 10.000 lux berdasarkan kondisi langit di daerah tropis lembab menurut Mangunwijaya (1980).

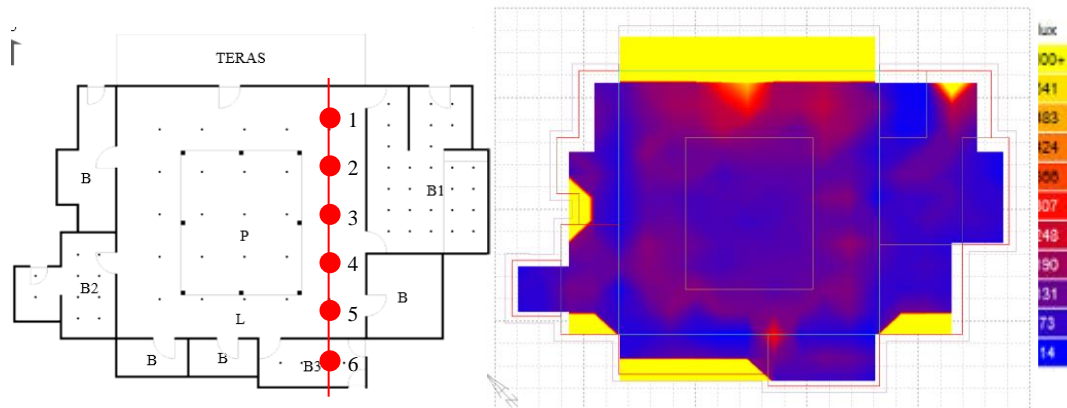
Tabel 5.2. Perbandingan nilai iluminasi di luar bangunan pada simulasi dan pengukuran lapangan

RUANG	HARI 1	HARI 2	HARI 3	SIMULASI
Laras-Pematang	90.500 Lux	49.800 Lux	67.500 Lux	10.000 Lux
Bilik 1 (besar)	104.700 Lux	69.900 Lux	81.200 Lux	10.000 Lux
Bilik 2 (sedang)	87.700 Lux	36.300 Lux	62.300 Lux	10.000 Lux
Bilik 3 (kecil)	74.400 Lux	33.600 Lux	45.900 Lux	10.000 Lux

Nilai iluminasi di luar bangunan pada simulasi menunjukkan hasil yang konsisten sepanjang hari, berbeda dengan iluminan luar bangunan hasil pengukuran di lapangan yang memiliki fluktuasi dan variasi yang sangat tinggi mulai dari pagi hingga sore hari. Hal tersebut menyebabkan kecenderungan hasil simulasi memiliki fluktuasi yang konstan dibandingkan dengan penelitian lapangan.

#### B. Nilai Iluminasi di dalam bangunan rumah Adat Balai Padang

Verifikasi hasil pengukuran lapangan dan simulasi dilakukan sebagai gambaran perbandingan awal sebelum dilakukan eksperimen pada simulasi. Berikut adalah perbandingan hasil antara pengukuran lapangan dengan simulasi :



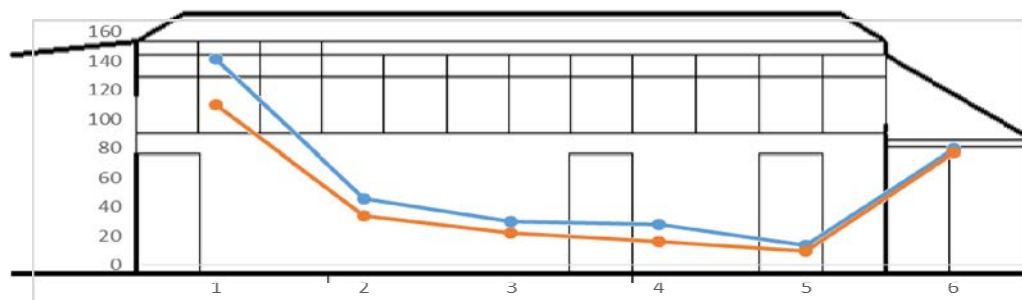
Gambar 5.4 Posisi titik ukur yang akan dijadikan perbandingan nilai iluminasi hasil pengukuran lapangan (kiri) dan simulasi (kanan) pada kondisi eksisting

Perbandingan yang dilakukan menggunakan nilai iluminasi bukan nilai daylight factor karena nilai iluminasi di luar bangunan yang sangat tinggi menyebabkan nilai DF pada pengukuran lapangan sangat rendah dan tidak dapat dibandingkan dengan hasil simulasi. Berdasarkan tabel 5.3 terdapat perbedaan antara pengukuran lapangan dengan simulasi pada titik 1 sebesar 0,28, pada titik 2 sebesar 0,35, pada titik 3 sebesar 0,36, pada titik 4 sebesar 0,25, pada titik 5 sebesar 0,4 dan pada titik 6 sebesar 0,09.

Tabel 5.3 Perbandingan nilai iluminasi di dalam bangunan pada simulasi dan pengukuran lapangan

	1	2	3	4	5	6
Pengukuran lapangan	110 lux	34 lux	22 lux	16 lux	10 lux	77 lux
Simulasi eksisting	141 lux	46 lux	30 lux	28 lux	14 lux	80 lux
Selisih iluminasi	31 lux	12 lux	8 lux	12 lux	4 lux	3 lux

Standart deviasi yang diperoleh dari pengukuran diatas adalah 8,3, sehingga pemodelan obyek pada simulasi komputer dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan pengkondisian. Hal ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Iversen (2013) dengan standart deviasi 2,5, oleh Susanti (2015) dengan standart deviasi 5 dan oleh Onarheim (2015) dengan standart deviasi 10. Posisi titik ukur yang dijadikan verifikasi berada pada 5 titik di ruang Laras-Pematang yang berpotensi dilakukan banyak aktivitas dan bilik 3 (kecil) melalui bukaan depan, belakang serta pada dinding dalam pada grafik 5.5.



Gambar 5.5 Grafik perbandingan nilai iluminasi hasil pengukuran lapangan dan simulasi

Berdasarkan hasil verifikasi diatas, Perbedaan yang terjadi dikarenakan penyederhanaan model karena keterbatasan kemampuan program ecotect yaitu :

1. Menghilangkan vegetasi pohon pada sisi belakang bangunan

Pada sisi samping kanan dan kiri terdapat obstruksi bangunan yang dapat dimodelkan dalam ecotect. Pada sisi belakang merupakan hutan dan jurang dengan vegetasi pohon yang tinggi dan rimbun yang tidak dapat dimodelkan dalam ecotect sehingga dihapus dan bagian belakang terbuka tanpa obstruksi. Hal ini yang mengakibatkan nilai iluminasi yang masuk ke dalam bangunan pada sisi belakang lebih besar dan meningkatkan nilai iluminasi pada ruang Bilik 3 dan Laras-Pematang.

2. Menghilangkan perabot upacara di tengah ruang Pematang

Pada ruang Pematang yang berada di tengah-tengah bangunan terdapat perabot

upacara yang terbuat dari material kayu dan bambu serta rumbai-rumbai dari daun kelapa yang menjulang dari lantai hingga ke atap dan memberikan penghalang pada area ruang Laras bagian belakang yang berbatasan dengan ruang Bilik 2 dan 3 sehingga didapatkan hasil pengukuran lapangan yang memiliki nilai iluminasi yang sangat rendah mencapai 1 lux hingga 0 lux. Pada saat simulasi, perabot ini tidak dimodelkan dan dihilangkan karena kerumitan bentuk yang terdiri hanya dari garis-garis. Menghilangkan perabot di tengah ruangan ini cukup signifikan dalam meningkatkan nilai iluminasi di dalam ruang Pematang karena pada hasil simulasi menunjukkan tidak ada nilai yang mencapai satuan atau bahkan 0 lux.

### 3. Menghilangkan porositas pada beberapa dinding dan lantai

Pada beberapa dinding dan lantai terdapat porositas pada papan kayu atau bambu. Hal ini tidak dimodelkan dalam software karena dimensi yang terlalu kecil yaitu kurang dari 1cm dan tidak terlalu signifikan dalam mempengaruhi nilai iluminasi pada pengukuran lapangan. Porositas dinding dan lantai akibat pertemuan antara material bambu terdapat pada ruang Bilik 1, 2 dan 3. Hal ini yang mengakibatkan hasil simulasi pada beberapa titik di ruang tersebut memiliki nilai iluminasi lebih rendah dibandingkan dengan hasil lapangan.

### 4. Menghilangkan bentuk panggung

Rumah Adat Balai Padang terletak pada kontur tanah yang tidak rata dengan level tinggi di bagian depan dan rendah di bagian belakang. Sehingga pada bagian depan rumah Balai Adat padang tidak terdapat panggung dan pada bagian belakang rumah terdapat panggung hingga mencapai 2 meter. Pada simulasi, panggung ini dihilangkan karena kesulitan dalam membuat kontur tanah yang tidak rata.



Gambar 5.6 Elemen yang disederhanakan pada simulasi. Menghilangkan pohon dan panggung (kiri), menghilangkan perabot (tengah), menghilangkan porositas (kanan)

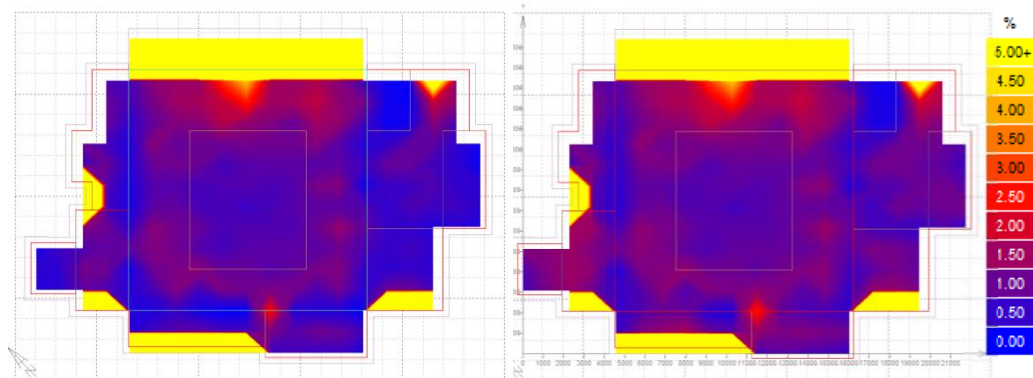


## 5.2 Pengaruh Luas Bukaam Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami

### 5.2.1 Hasil Simulasi Perubahan Luas Bukaam

#### A. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PE

Berdasarkan gambar 5.7 dan tabel 5.4 dapat diketahui bahwa perbedaan kontur tidak terlalu signifikan. Hal ini dikarenakan nilai WWR pada kondisi eksisting tidak rata pada tiap dinding yaitu mencapai nilai maksimum hingga 47% dan nilai minimum 1%, tetapi jika dirata-rata tidak jauh berbeda dengan PL WWR 10%. Berdasarkan hasil ini dapat diketahui bahwa perbedaan WWR pada tiap dinding yang tidak tersebar secara merata dibandingkan dengan WWR yang tersebar secara merata pada tiap dinding tidak memiliki pengaruh yang terlalu signifikan, asalkan memiliki nilai WWR yang hampir sama dalam 1 bangunan.



Gambar 5.7 Perbandingan hasil simulasi PE (kiri) dan PL WWR 10% (kanan)

Tabel 5.4 Nilai Daylight Factor pada PE dan PL WWR 10%

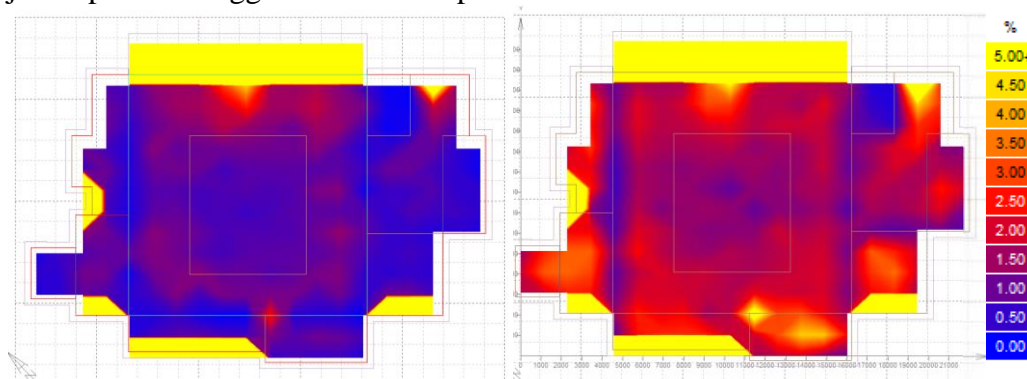
	Laras-Pematang		Bilik 1		Bilik 2		Bilik 3	
	PE	PL	PE	PL	PE	PL	PE	PL
Min	0,10 %	0,28 %	0,21 %	0,28 %	0,12 %	0,30 %	0,39 %	0,52 %
Max	2,70 %	2,72 %	1,93 %	2,03 %	1,20 %	1,55 %	1,25 %	1,44 %
Rata2	1,42 %	1,50 %	1,07 %	1,16 %	0,66 %	0,93 %	0,82 %	1,12 %

Keterangan :  PE / Base case  PL WWR 10% / Pengkondisian

#### B. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PE

Berdasarkan gambar 5.8 dan tabel 5.4, PL WWR 20% menunjukkan terdapat peningkatan yang cukup signifikan berdasarkan warna yang dihasilkan. Pada kondisi eksisting dominan warna biru hingga ungu yang memiliki DF yang minim dan tidak memenuhi standart, sedangkan pada kondisi eksperimen dengan WWR

20% dominan warna merah yang memiliki DF lebih besar dan memenuhi standart. Hasil ini menunjukkan bahwa rekomendasi penelitian terdalu terkait upaya meningkatkan nilai DF untuk memenuhi standart pencahayaan alami dengan memperbesar WWR hingga 20% terbukti. Meskipun demikian, jika dilihat pada tengah-tengah Adat Balai Padang yang jauh dari bukaan berjarak 6m masih terdapat warna biru dan ungu yang tidak memenuhi standart DF. Selain itu, warna biru juga dapat dijumpai pada ruang Bilik 1 (besar) karena pada bagian tersebut terdapat tingkat pada ketinggian 1,5m yang difungsikan sebagai penyimpanan barang atau tempat tidur yang menghalangi cahaya masuk dari bukaan. oleh karena itu dilakukan eksperimen dengan variasi 3 untuk mengetahui peran bukaan jika diperluas hingga WWR mencapai 30%.



Gambar 5.8 Perbandingan hasil simulasi PE (kiri) dan PL WWR 20% (kanan)

Tabel 5.5 Nilai Daylight Factor pada PE dan PL WWR 20%

	Laras-Pematang		Bilik 1		Bilik 2		Bilik 3	
	PE	PL	PE	PL	PE	PL	PE	PL
Min	0,10 %	0,77 %	0,21 %	0,62 %	0,12 %	0,72 %	0,39 %	0,98 %
Max	2,70 %	3,15 %	1,93 %	4,36 %	1,20 %	3,36 %	1,25 %	4,35 %
Rata2	1,42 %	1,96 %	1,07 %	1,65 %	0,66 %	2,04 %	0,82 %	2,16 %

Keterangan :   PE / Base case   PL WWR 10% / Pengkondisian

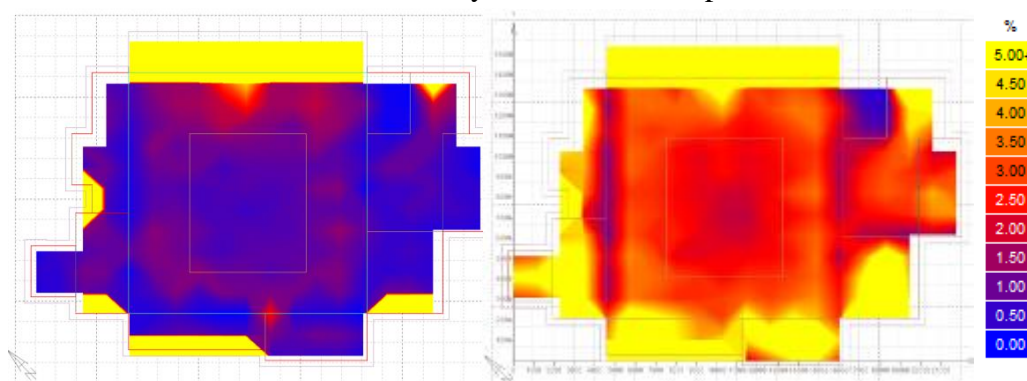
### C. Perbandingan PL WWR 30% terhadap PE

Berdasarkan gambar 5.9 dan tabel 5.6, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai DF dibandingkan dengan PL WWR 10% dan 20%. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya warna merah dan kuning serta semakin berkurangnya warna biru dan ungu pada ruang Laras-Pematang. Tetapi pada



beberapa titik yaitu di sepanjang dinding dalam pembatas antara ruang Laras dan bilik serta pada ruang bilik 1 masih terdapat warna biru yang menunjukkan nilai DF yang masih rendah dan tidak memenuhi standart. Warna biru pada area sepanjang dinding dikarenakan pada dinding tersebut memiliki posisi bukaan pada dinding dalam yang tinggi (1,7m) sehingga tidak dapat menjangkau area yang berbatasan langsung dengan dinding. Sedangkan warna biru pada area di Bilik 1 (besar) dikarenakan pada area ini selain terdapat penghalang dari bukaan juga menunjukkan area ini tidak dapat dijangkau oleh hasil pemantulan cahaya alami di dalam ruangan karena partisi horizontal setinggi 1,5m tersebut.

Hasil pengkondisian 1 pada variasi 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa jika luasan bukaan semakin diperbesar dapat meningkatkan nilai DF di dalam ruangan. Tetapi pada PL WWR 30% menunjukkan terdapat area yang memiliki DF sangat tinggi yang menunjukkan bahwa peningkatan luasan bukaan memiliki ambang batas tertentu. Jika batas tersebut dilewati, maka akan menghasilkan nilai DF berlebih dan menimbulkan ketidaknyamanan visual seperti silau.



Gambar 5.9 Perbandingan hasil simulasi PE (kiri) dan PL WWR 30% (kanan)

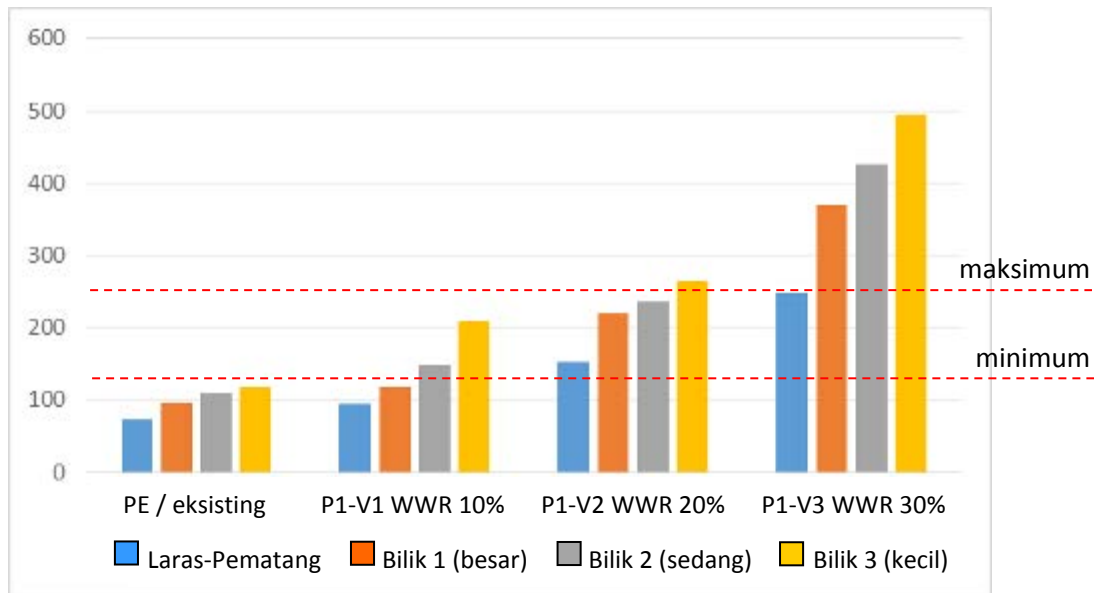
Tabel 5.6 Nilai Daylight Factor pada PE dan PL WWR 30%

	Laras-Pematang		Bilik 1		Bilik 2		Bilik 3	
	PE	PL	PE	PL	PE	PL	PE	PL
Min	0,10 %	0,77 %	0,21 %	0,62 %	0,12 %	0,72 %	0,39 %	0,98 %
Max	2,70 %	3,15 %	1,93 %	4,36 %	1,20 %	3,36 %	1,25 %	4,35 %
Rata2	1,42 %	1,96 %	1,07 %	1,65 %	0,66 %	2,04 %	0,82 %	2,16 %

Keterangan :  PE / Base case  PL WWR 10% / Pengkondisian

### 5.2.2 Perbandingan Perubahan Nilai Iluminasi

Pengaruh perubahan luasan bukaan ditinjau dari perubahan nilai iluminasi ditunjukkan pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Nilai Iluminasi Perubahan Luas Bukaan

#### A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

##### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Nilai iluminasi rata-rata PE 72lux dan PL-WWR10% 95 lux tidak memenuhi standart terkait fungsi sebagai ruang tamu. PL-WWR20% 153 lux dan PL-WWR30% 249 lux memenuhi rentang standart 120-250 lux. Peningkatan nilai iluminasi dari PE eksisting sebesar 23 lux dari peningkatan WWR 10%, 81 lux dari peningkatan WWR 20% dan 177 lux dari peningkatan WWR 30% .

##### 2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)

Kinerja pencahayaan alami PE 96 lux dan PL-WWR10% 117 lux tidak memenuhi standart fungsi ruang tidur dan dapur 120-250 lux sama dengan ruang Laras-Pematang. pemenuhan standart dicapai pada PL-WWR20% yaitu 219 lux. Pada PL-WWR30%, nilai iluminasi sangat tinggi 369 lux melebihi range standart 250 lux. Terjadi peningkatan 21 lux dari peningkatan WWR 10%, 123 lux dari peningkatan WWR 20% dan 273 lux dari WWR 30% terhadap PE eksisting.

##### 3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)

Nilai iluminasi PE 108 lux dan PL-WWR10% 148 lux lebih tinggi daripada

ruang Laras-Pematang dan Bilik tetapi belum memenuhi standart untuk 2 fungsi ruang yaitu ruang tidur dan dapur. Nilai iluminasi PL-WWR20% 236 lux dan PL-WWR30% 425 lux memiliki kinerja pencahayaan alami sama seperti ruang Bilik 1. Peningkatan nilai iluminasi sebesar 40 lux dari peningkatan WWR 10%, 128 lux dari WWR 20% dan 317 lux dari WWR 30% terhadap PE eksisting.

#### **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Kinerja pencahayaan alami Bilik 3 menunjukkan karakteristik yang sama dengan Bilik 1 dan 2 yaitu PE 117 lux tidak memenuhi standart, PL-WWR10% 208 lux dan PL-WWR20% 250 lux memenuhi standart serta PL-WWR30% 494 lux melebihi standart. Terjadi peningkatan 92 lux dari peningkatan WWR 10%, 147 lux dari peningkatan WWR 20% dan 377 lux dari WWR 30% terhadap PE.

### **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

#### **1. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PE**

PL-WWR10% meningkatkan nilai iluminasi sebesar 23 lux pada Laras-Pematang, 21 lux pada Bilik 1, 40 lux pada Bilik 2 dan 91 lux pada Bilik 3 terhadap eksisting. Meskipun ruang Laras-Pematang memiliki dimensi yang besar dan dalam, tetapi terjadi peningkatan yang lebih besar daripada ruang Bilik 1 karena bentuk ruang Laras-Pematang yang kompak, sedangkan bentuk ruang Bilik tidak kompak dan terdapat banyak sekat serta bagian dinding yang maju mundur.

#### **2. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PE**

Pada Perbandingan PL-WWR20% terhadap PE, PL-WWR20% meningkatkan nilai iluminasi sebesar 81 lux pada Laras-Pematang, 123 lux pada Bilik 1, 128 lux pada Bilik 2 dan 148 lux pada Bilik 3.

#### **3. Perbandingan PL WWR 30% terhadap PE**

Pada Perbandingan PL-WWR30% terhadap PE eksisting / base case, PL-WWR30% meningkatkan nilai iluminasi sebesar 177 lux pada Laras-Pematang, 150 lux pada Bilik 1, 317 lux pada Bilik 2 dan 377 lux pada Bilik 3.

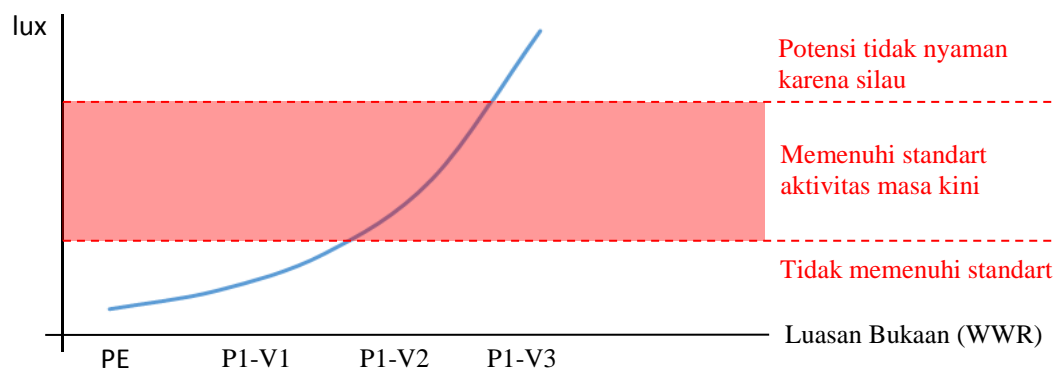
#### **4. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PL WWR 20%**

Perbandingan PL-WWR10% terhadap WWR10% untuk mengetahui seberapa besar kekurangan nilai iluminasi pada WWR 10% yang tidak memenuhi standart dengan WWR 20% yang memenuhi standart berdasarkan rekomendasi penelitian

terdahulu. Selisih antara P1-V1 dan P1-V2 pada Laras-Pematang sebesar 58 lux, Bilik 1 sebesar 102 lux, Bilik 2 sebesar 88 lux dan Bilik 3 sebesar 57 lux.

##### 5. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PL WWR 30%

Perbandingan PL-WWR20% terhadap WWR30% untuk mengetahui range dari nilai iluminasi pada WWR 20% yang memenuhi standart berdasarkan rekomendasi penelitian terdahulu dengan WWR 30% jika luas bukaan ditingkatkan. Selisih antara P1-V2 dan P1-V3 pada Laras-Pematang sebesar 96 lux, Bilik 1 sebesar 150 lux, Bilik 2 sebesar 189 lux dan Bilik 3 sebesar 229 lux.

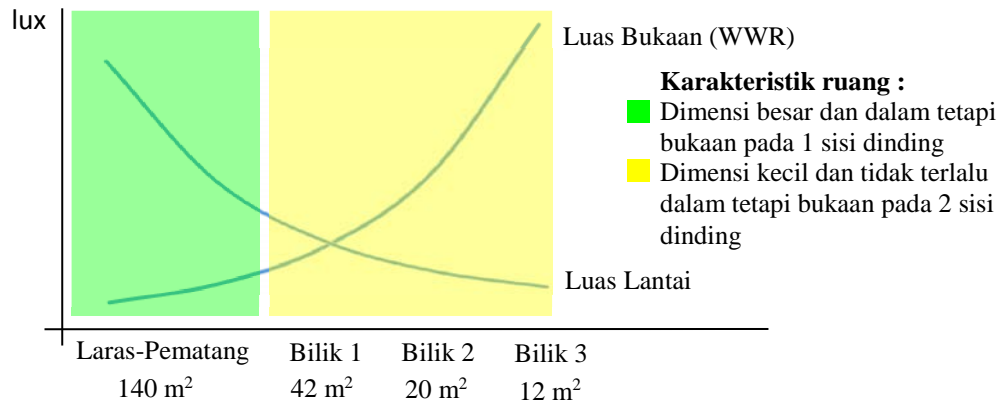


Gambar 5.11 Grafik Kesimpulan Pengaruh Luasan Bukaan terhadap Kinerja Pencahayaan Alami rumah Adat Balai Padang ditinjau dari nilai iluminasi

Kesimpulan yang didapatkan terkait pengaruh perubahan luas bukaan terhadap perubahan nilai iluminasi di dalam bangunan adalah semakin besar luas bukaan maka semakin besar peningkatan nilai iluminasi menurut teori yang dikemukakan Szokolay (1998) seperti grafik pada gambar 5.11. Secara lebih spesifik dapat dikategorikan menjadi 3 area yaitu area yang tidak memenuhi standart untuk luas bukaan yang terlalu kecil (pada penelitian ini ditetapkan WWR 10%), area yang memenuhi standart kenyamanan untuk beraktivitas untuk luas bukaan berdasarkan rekomendasi penelitian terdahulu oleh Urusa (1998) dan Indraini (2008) (WWR 20%) dan area yang melebihi standart untuk luas bukaan lebih besar dari 20% (pada penelitian ini ditetapkan WWR 30%).

Peningkatan luasan bukaan juga dipengaruhi oleh dimensi ruangan. Hal ini ditunjukkan pada gambar 5.12 karena adanya perbedaan hasil yang sangat signifikan pada ke 4 ruang yang diukur yaitu ruang Laras-Pematang, Bilik 1 (besar), Bilik 2 (sedang) dan Bilik 3 (kecil). Dapat diketahui bahwa jika peningkatan luas bukaan berbanding terbalik dengan luas lantai ruangan. Jika luas bukaan diperbesar pada ruang dengan luas lantai yang kecil seperti Bilik 3, maka

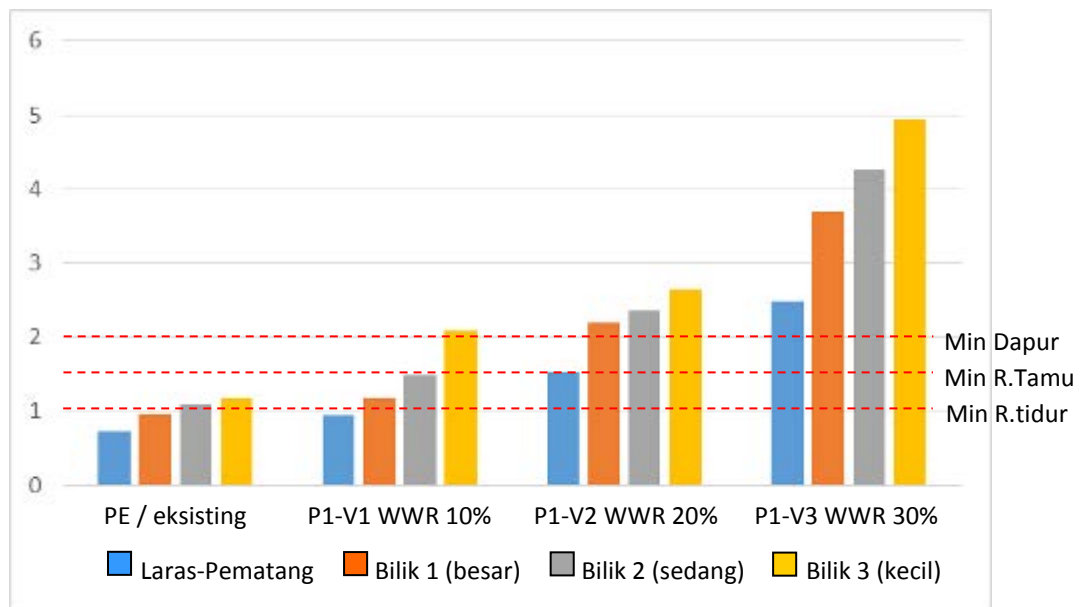
perubahan iluminasi akan signifikan ditunjukkan dari garis luas bukaan (WWR) yang meningkat tajam. Jika luas bukaan diperbesar pada ruang dengan luas lantai yang besar seperti Laras-Pematang, maka perubahan nilai iluminasi tidak terlalu signifikan ditunjukkan dari garis yang landai.



Gambar 5.12 Grafik Kesimpulan Pengaruh Luasan Bukaan dan jenis ruang terhadap Kinerja Pencahayaan Alami rumah Adat Balai Padang

### 5.2.3 Perbandingan Perubahan Nilai Daylight Factor

Pengaruh luas bukaan ditinjau dari nilai DF ditunjukkan pada gambar 5.13.



Gambar 5.13. Diagram Perbandingan Nilai Daylight Factor Perubahan Luas Bukaan

#### A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

##### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Ruang Laras-Pematang memiliki fungsi ruang sebagai ruang tamu atau

keluarga dengan standart nilai DF minimal 1,5%. Nilai DF rata-rata PE 0,72% dan PL-WWR10% 0,95 tidak memenuhi standart, sedangkan PL-WWR20% 1,53% dan PL-WWR30% 2,49% memenuhi standart. Peningkatan nilai DF karena peningkatan luas bukaan sesuai dengan teori Szokolay (1998) serta WWR minimum yang direkomendasikan adalah 20% sesuai dengan penelitian Urasa (1998) dan rentang WWR pada ruangan yang berdimensi besar dan dalam adalah 20%-50% sesuai dengan penelitian Indraini (2008).

Peningkatan nilai DF dari PE ke PL-WWR10% sebesar 0,23%, PL-WWR10% ke PL-WWR20% sebesar 0,58% dan PL-WWR20% ke PL-WWR30% sebesar 0,96%. Sementara itu, peningkatan nilai DF PL-WWR10% sebesar 0,23%, PL-WWR20% sebesar 0,81% dan PL-WWR30% sebesar 1,77% terhadap eksisting. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Evans (1981) yaitu dengan meningkatkan WWR 10% dapat meningkatkan DF 0,7% dan meningkatkan WWR 20% dapat meningkatkan DF 2,5%.

## **2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)**

Ruang Bilik 1 (besar) memiliki fungsi ruang sebagai ruang tidur dengan standart DF minimal 1% dan dapur dengan standart DF minimal 2%. Rata-rata DF PE 0,96% tidak memenuhi standart ruang tamu dan dapur, PL-WWR10% 1,17% dan PL-WWR20% 2,19 lux memenuhi standart kamar tidur tetapi tidak memenuhi standart dapur, sedangkan PL-WWR30% 3,69 lux dapat memenuhi standart kamar tidur dan dapur.

Peningkatan nilai DF dari PE ke PL-WWR10% sebesar 0,21%, PL-WWR10% ke PL-WWR20% sebesar 1,02% dan PL-WWR20% ke PL-WWR30% sebesar 1,5%. Sementara itu, peningkatan nilai DF PL-WWR10% sebesar 0,21%, PL-WWR20% sebesar 1,23% dan PL-WWR30% sebesar 2,43% terhadap PE.

## **3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)**

Ruang Bilik 2 (sedang) memiliki fungsi ruang yang sama dengan ruang Bilik 1. Nilai rata-rata DF PE 1,08% dan PL-WWR10% 1,48% memenuhi standart ruang tidur tetapi tidak memenuhi standart dapur, sedangkan PL-WWR20% 2,36% dan PL-WWR30% 4,25% memenuhi standart ruang tidur dan dapur. Namun pada PE dan PL-WWR10% sudah memenuhi standart kenyamanan untuk fungsi ruang tidur 1%. Jika ditinjau dari overhang, ruang Bilik 2 memiliki

overhang yang sama dengan Bilik 1 yaitu 30 cm menutupi bukaan yang terletak tepat dibawah overhang. Jika ditinjau dari obstruksi, Bilik 2 memiliki jarak 0,4-1m dengan obstruksi berupa bangunan yang lebih pendek dari Bilik 1 yaitu 2-3m. Namun jika ditinjau dari bentuk ruangan, Bilik 2 memiliki bentuk memanjang dengan susunan dinding yang maju mundur sehingga memungkinkan penetrasi cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan lebih baik dibandingkan Bilik 1.

Peningkatan nilai DF dari PE ke PL-WWR10% sebesar 0,4%, PL-WWR10% ke PL-WWR20% sebesar 0,88% dan PL-WWR20% ke PL-WWR30% sebesar 1,89%. Sementara itu, peningkatan nilai DF PL-WWR10% sebesar 0,4%, PL-WWR20% sebesar 1,28% dan PL-WWR30% sebesar 3,17% terhadap eksisting. Pada Bilik 3 dengan peningkatan WWR dari 20% ke 30% terdapat peningkatan sebesar 3,17% yang melebihi 2,5%.

#### **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Ruang Bilik 3 (kecil) hanya memiliki fungsi ruang sebagai ruang tidur. Aktivitas memasak dilakukan di luar ruangan bukan di dalam ruangan seperti pada ruang Bilik 1 dan 2 yang terdapat area khusus untuk perapian memasak dan tempat penyimpanan alat-alat dapur. Nilai rata-rata DF PE 1,17%, PL-WWR10% 2,08%, PL-WWR20% 2,65% dan PL-WWR30% 4,94% memenuhi standart ruang tidur. Ruang Bilik 3 tidak harus memiliki WWR 20% untuk memenuhi standart terkait penelitian terdahulu karena dimensi ruang yang kecil, tetapi memiliki bukaan di semua sisi sehingga cahaya alami dapat masuk secara maksimal.

Peningkatan nilai DF dari PE ke PL-WWR10% sebesar 0,91%, PL-WWR10% ke PL-WWR20% sebesar 0,57% dan PL-WWR20% ke PL-WWR30% sebesar 2,29%. Sementara itu, peningkatan nilai DF PL-WWR10% sebesar 0,91%, PL-WWR20% sebesar 1,48% dan PL-WWR30% sebesar 3,77% terhadap eksisting. Namun pada Bilik 3 dengan peningkatan WWR dari 20% ke 30% terdapat peningkatan melebihi 2,5% sama dengan ruang Bilik 2. Ruang Bilik 3 memiliki dimensi ruang yang lebih kecil dibandingkan dengan ruang Bilik 2, sedangkan peningkatan DF bilik 3 lebih besar dibandingkan Bilik 2. Oleh karena itu, terdapat kemungkinan dimensi ruang yang terlalu kecil dengan bukaan berada di semua dinding yang menyebabkan peningkatan DF cukup signifikan.

## **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

### **1. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PE**

PL WWR 10% meningkatkan nilai iluminasi sebesar 0,23% pada Laras-Pematang, 0,21% pada Bilik 1, 0,4% pada Bilik 2 dan 0,91% pada Bilik 3 terhadap eksisting. Meskipun ruang Laras-Pematang memiliki dimensi yang besar dan dalam, tetapi terjadi peningkatan yang lebih besar daripada ruang Bilik 1 karena bentuk ruang Laras-Pematang yang kompak, sedangkan bentuk ruang Bilik tidak kompak dan terdapat banyak sekat serta bagian dinding yang maju mundur.

Peningkatan WWR 10% menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada ruang Laras-Pematang yang memiliki dimensi ruang lebih besar dan overhang lebih panjang 3m dengan bukaan pada 1 sisi dinding jika dibandingkan dengan ruang Bilik 1 yang memiliki dimensi ruang dan overhang lebih kecil 30cm dengan bukaan pada 2 sisi dinding. Terdapat kemungkinan peningkatan pada ruang Laras-Pematang lebih tinggi karena tidak terdapat obstruksi dibandingkan dengan ruang Bilik 1 yang terdapat obstruksi 2-3m. Hal ini sesuai dengan pengurangan cahaya alami oleh obstruksi (Ander, 1995) dengan minimal sudut vertikal 25°.

Kinerja pencahayaan alami pada Bilik 3 lebih baik dari Bilik 2 dan Bilik 2 lebih baik dari Bilik 1. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ruangan dan semakin kompak ruangan maka kinerja pencahayaan alami semakin baik. Terjadi peningkatan nilai DF hingga 2x lipat yaitu pada Bilik 1 0,21% ke Bilik 2 0,4% dan pada Bilik 2 0,4% ke Bilik 3 0,91%. Peningkatan dari Bilik 2 ke Bilik 3 melebihi 2x lipat karena pada Bilik 3 tidak terdapat obstruksi.

### **2. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PE**

PL WWR 20% meningkatkan nilai iluminasi sebesar 0,81% pada Laras-Pematang, 1,23% pada Bilik 1, 1,28% pada Bilik 2 dan 1,48% pada Bilik 3 terhadap eksisting. Kinerja pencahayaan alami dengan peningkatan WWR 20% sama dengan pembahasan peningkatan WWR 10% diatas yaitu peningkatan DF terendah pada ruang Laras-Pematang dan tertinggi pada ruang Bilik 3 (kecil).

### **3. Perbandingan PL WWR 30% terhadap PE**

PL WWR 30% meningkatkan nilai iluminasi sebesar 1,77% pada Laras-Pematang, 2,73% pada Bilik 1, 3,17% pada Bilik 2 dan 3,77% pada Bilik 3 terhadap PE. Kinerja pencahayaan alami dengan peningkatan WWR 30% juga



sama dengan pembahasan peningkatan WWR 10% dan 20% yaitu peningkatan DF terendah pada ruang Laras-Pematang, dan tertinggi pada ruang Bilik 3.

Peningkatan luas bukaan dari eksisting ke 10%, 10% ke 20% dan 20% ke 30% tidak terjadi penyimpangan atau keanehan yang terjadi dengan variabel-variabel lain seperti reflektansi material, bentuk dan dimensi ruang, overhang dan obstruksi. Hal ini memperkuat teori peningkatan luas bukaan dapat meningkatkan nilai DF (Szokolay, 1998) pada penelitian ini.

#### **4. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PL WWR 20%**

Selisih antara PL WWR 10% dan PL WWR 20% pada Laras-Pematang sebesar 0,58% , Bilik 1 sebesar 1,02%, Bilik 2 sebesar 0,88% dan Bilik 3 sebesar 0,57%. Berdasarkan nilai tersebut, terdapat potensi peningkatan nilai DF 0,5-1% jika luas bukaan ditingkatkan dari WWR 10% ke 20%.

#### **5. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PL WWR 30%**

Selisih antara PL WWR 20% dan PL WWR 30% pada Laras-Pematang sebesar 0,96% , Bilik 1 sebesar 1,5%, Bilik 2 sebesar 1,89% dan Bilik 3 sebesar 2,29%. Berdasarkan nilai tersebut, terdapat potensi peningkatan nilai DF 1-3% jika luas bukaan ditingkatkan dari WWR 20% ke 30%. Hal ini menunjukkan peningkatan DF yang tidak linear tetapi berkelipatan semakin besar seperti yang dikemukakan oleh Evans (1981) dengan meningkatkan WWR 10% terjadi peningkatan DF 0,7 dan WWR 20% meningkat 2,5%.

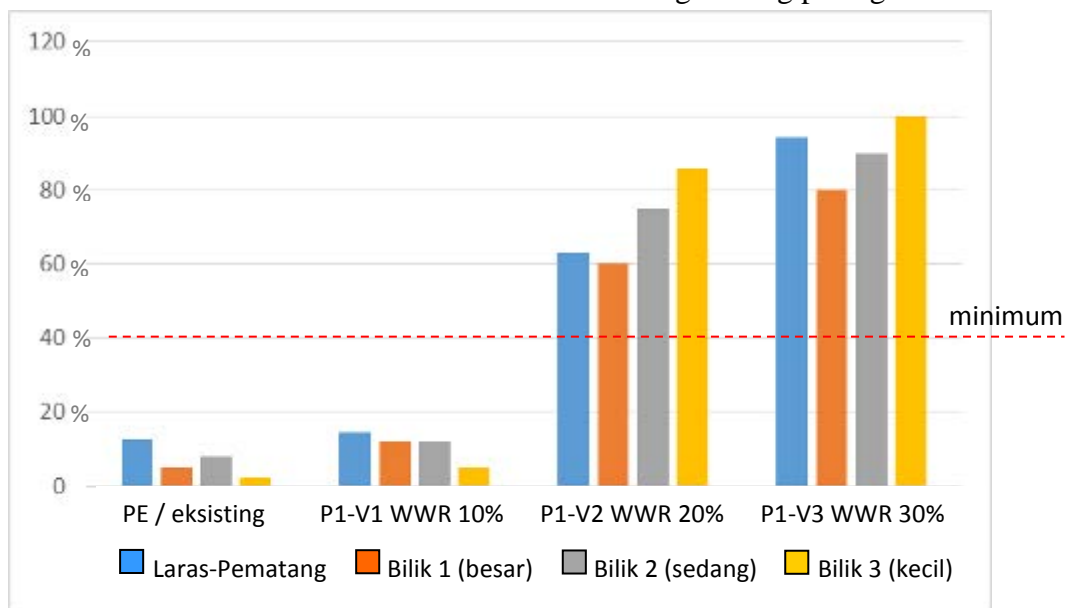
Secara keseluruhan didapatkan kesimpulan bukaan minimum yang ditunjukkan oleh pengkondisian untuk mencapai minimal standart DF 1,5% untuk fungsi ruang tamu atau keluarga pada ruang Laras-Pematang, 1% fungsi ruang tidur dan 2% untuk fungsi dapur pada ruang Bilik adalah 20%. Peningkatan nilai DF karena peningkatan luas bukaan sesuai dengan teori Szokolay (1998) serta WWR minimum yang direkomendasikan adalah 20% sesuai dengan penelitian Urasa (1998) dan rentang WWR pada ruangan yang berdimensi besar dan dalam adalah 20%-50% sesuai dengan penelitian Indraini (2008).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008), bukaan horizontal lebih efektif dibandingkan vertikal. Pada rumah Adat Balai Padang hanya terdapat bukaan tipe horizontal. Namun jika ditinjau dari peningkatan WWR tiap 10%

diatas menunjukkan peningkatan nilai DF pada keseluruhan ruangan secara konstan (tidak ada yang meningkat semakin besar dan tidak ada yang mengalami peningkatan hanya sedikit). Hal ini menunjukkan bahwa bukaan tipe horizontal pada rumah Adat Balai Padang cukup efektif pada ruangan dengan dimensi yang besar jika dibandingkan dengan bukaan tipe vertikal. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Szokolay (1998) dengan tipe bukaan dari ujung ke ujung dinding yang sama dengan bukaan pada rumah Adat Balai Padang yang menunjukkan tipe bukaan horizontal lebih efektif dibandingkan dengan tipe bukaan vertikal.

#### 5.2.4 Perbandingan Perubahan Nilai Distribusi Pencahayaan Alami

Pengaruh perubahan luasan bukaan ditinjau dari perubahan nilai distribusi menggunakan standart yang dikemukakan oleh Ander (2005) yang menyatakan minimal 40% area memenuhi standart DF sesuai fungsi ruang pada gambar 5.14.



Gambar 5.14. Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 40% terkait Perubahan Luasan Bukaan

#### A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

##### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Distribusi cahaya alami ruang Laras-Pematang pada PE 12,8% dan PL-WWR10% 14,4% tidak memenuhi standart 40%, sedangkan PL-WWR20% 63,2% dan PL-WWR30% 94,4% memenuhi standart 40%. Nilai PE dan PL-WWR10% yang rendah sesuai dengan nilai iluminasi dan DF yang rendah dan

tidak memenuhi standart, sedangkan PL-WWR20% dan PL-WWR30% yang tinggi sesuai dengan nilai iluminasi dan DF yang tinggi dan memenuhi standart iluminasi dan DF. Peningkatan persentase area yang memenuhi standart memperkuat teori yang digunakan yaitu jika luas bukaan semakin ditingkatkan maka akan semakin meningkatkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan (Szokolay, 1998). PL-WWR20% yang memenuhi standart 40% area juga sesuai dengan rekomendasi WWR 20% oleh Urusa (1998) dan Indraini (2008).

Terdapat 2 hasil yang memiliki selisih sangat jauh berdasarkan nilai diatas yaitu PE dan PL-WWR10% sangat rendah jauh dari 40% sedangkan PL-WWR20% dan PL-WWR30% sangat tinggi jauh dari 40%. Hal ini diakibatkan oleh overhang pada ruang Laras-Pematang memiliki panjang hingga 3m, sehingga membuktikan teori yang dikemukakan oleh Evans (1981) yaitu overhang dapat meminimalkan cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan dengan bentuk miring dapat menurunkan cahaya alami lebih banyak dibandingkan bentuk datar (Prianto, 2013). Pada PE dan PL-WWR10% memiliki kondisi WWR yang hampir sama yaitu 10% dan secara keseluruhan terbayangi oleh overhang. Hal ini yang mengakibatkan PE dan PL-WWR10% tidak mencapai 40% area yang memenuhi standart DF. Sedangkan PL-WWR20% dengan menurunkan ambang bawah bukaan, sehingga terdapat sedikit area yang tidak terbayangi oleh overhang. Begitu juga dengan PL-WWR30% yang memiliki area bukaan yang tidak terbayangi oleh overhang lebih banyak. Sehingga PL-WWR20% dan PL-WWR30% dapat mencapai standart 40% area karena terdapat area pada bukaan yang tidak terbayangi oleh overhang dan mengakibatkan cahaya alami dapat masuk secara maksimal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008) dengan rasio panjang overhang dan pembayangannya adalah 1:1,2.

## **2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)**

Distribusi cahaya alami ruang Bilik 1 pada PE 5% dan PL-WWR10% 12% tidak memenuhi standart 40%, sedangkan PL-WWR20% 60% dan PL-WWR30% 80% memenuhi standart 40%. Nilai PE dan PL-WWR10% yang rendah sesuai dengan nilai iluminasi dan DF yang rendah dan tidak memenuhi standart, sedangkan PL-WWR20% dan PL-WWR30% yang tinggi sesuai dengan iluminasi dan DF yang tinggi dan memenuhi standart.

### **3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)**

Distribusi cahaya alami ruang Bilik 2 memiliki karakteristik sama dengan ruang Bilik 1 dan Laras-Pematang yaitu pada PE 8% dan P1-V1 12% tidak memenuhi standart 40%, sedangkan P1-V2 75% dan P1-V3 90% memenuhi standart 40%. Pembahasan distribusi ruang Bilik 2 dan 1 sama dengan ruang Laras-Pematang yaitu terkait dengan overhang dapat meminimalkan cahaya alami yang masuk (Evans, 1981) dan rasio overhang dengan pembayangannya 1:1,2 (Indrani, 2008). Ruang Bilik 2 dan 1 meskipun memiliki overhang yang pendek yaitu 30cm, tetapi juga memiliki bukaan yang kecil dengan tinggi 10-20cm. Sehingga pada kondisi eksisting dan P1-V1 WWR 10% tidak memiliki rasio panjang overhang : tinggi bukaan = 1:2 yang mengakibatkan persentase ruang yang memiliki DF mencapai standart sangat rendah dibawah 40% karena bukaan masih terbayangi oleh overhang dan cahaya alami tidak dapat masuk maksimal.

### **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Distribusi cahaya alami ruang Bilik 3 juga memiliki karakteristik sama dengan ruang sebelumnya yaitu pada PE 2% dan PL-WWR10% 5% tidak memenuhi standart 40%, sedangkan PL-WWR20% 86% dan PL-WWR30% 100% memenuhi standart 40%. Pembahasan distribusi pencahayaan alami pada ruang Bilik 3 juga sama dengan ruang Laras-Pematang, Bilik 1 dan Bilik 2 diatas.

## **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

### **1. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PE**

Distribusi cahaya alami antara PL-WWR10% terhadap PE eksisting / base case memiliki selisih sebesar 1,6% pada Laras-Pematang, 7% Bilik 1, 4% pada Bilik 2 dan 3% pada Bilik 3. Peningkatan distribusi pencahayaan alami pada ruang Laras-Pematang sangat rendah dibanding ruang lainnya yaitu 1,6% karena rasio panjang overhang : tinggi jendela jauh kurang dari 1:1,2 karena overhang pada ruang Laras-Pematang yang panjang mencapai 3m. Sedangkan pada ruang Bilik mendekati 1:1,2 karena overhang yang tidak terlalu panjang hanya 30cm.

### **2. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PE**

Peningkatan PL WWR 20% cukup tajam dibandingkan dengan eksisting. Distribusi cahaya alami antara P1-V2 WWR 20% terhadap PE memiliki selisih

sebesar 50,4% pada Laras-Pematang, 55% pada Bilik 1, 67% pada Bilik 2 dan 84% pada Bilik 3. Hal ini dipengaruhi oleh rasio panjang overhang : tinggi jendela yang melebihi 1:1,2 sehingga cahaya alami dapat masuk lebih maksimal dan terdistribusikan lebih merata di dalam ruangan.

### **3. Perbandingan PL WWR 30% terhadap PE**

Distribusi cahaya alami antara PL-WWR30% terhadap PE case memiliki selisih sebesar 81,6% pada ruang Laras-Pematang, 75% pada Bilik 82% pada Bilik 2 dan 98% pada Bilik 3. Jika dibandingkan dengan PL-WWR20% terhadap PE pada poin sebelumnya, PL-WWR30% terhadap PE menunjukkan nilai yang berkebalikan. Pada perbandingan PL-WWR20% terhadap PE, ruang Laras memiliki persentase terkecil dan ruang Bilik 3 terbesar. Sedangkan pada perbandingan PL-WWR20% terhadap PE, ruang Laras memiliki persentase terkecil dan ruang Bilik 3 terbesar. Hal ini dikarenakan pada PL-WWR10% ke PL-WWR20%, secara keseluruhan belum memenuhi standart DF sehingga terjadi pemenuhan standart DF dengan persentase besar pada ruang Bilik yang memiliki luas ruang yang kecil, sedangkan pada ruang Laras-Pematang terjadi peningkatan yang besar pula tetapi karena dimensi ruangan yang besar sehingga hanya dihasilkan persentase yang kecil. Pada PL-WWR20% ke PL-WWR30%, ruang Bilik 3 sudah memenuhi standart sehingga hanya terjadi peningkatan persentase yang terkecil. Sedangkan pada ruang Laras-Pematang, secara keseluruhan belum memenuhi standart sehingga terjadi peningkatan persentase yang terbesar.

### **4. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PL WWR 20%**

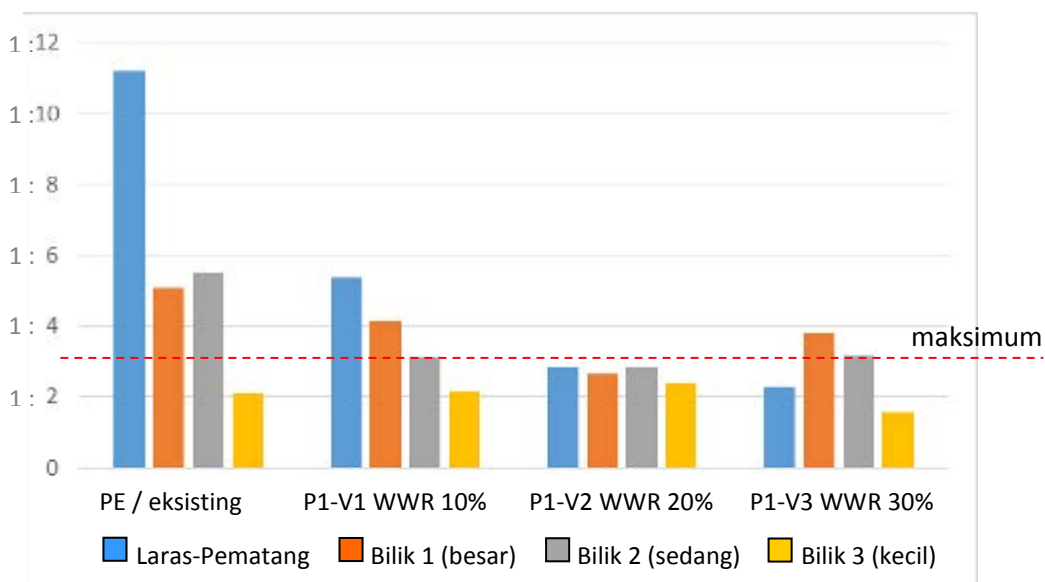
Distribusi cahaya alami antara PL WWR 20% terhadap PL WWR 10% memiliki selisih 48,8% pada Laras-Pematang, 48% pada Bilik 63% pada Bilik 2 dan 81% pada Bilik 3. Peningkatan WWR dari 10% ke 20% sangat efektif dilihat dari peningkatan persentase yang besar dengan diagram yang meningkat tajam.

### **5. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PL WWR 30%**

Peningkatan WWR dari 20% ke 30% tidak terlalu efektif seperti pada peningkatan dari 10% ke 20%. Distribusi cahaya alami antara PL WWR\20% terhadap PL WWR30% memiliki selisih sebesar 31,2% pada ruang Laras-Pematang, 20% pada Bilik 15% pada Bilik 2 dan 14% pada Bilik 3.

Kesimpulan yang didapatkan terkait pengaruh perubahan luas bukaan terhadap perubahan distribusi pencahayaan alami berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ander (1995) adalah pertama semakin besar luas bukaan maka semakin besar peningkatan persentase area yang memenuhi standart DF sehingga distribusinya lebih merata. Kedua, pada peningkatan luasan bukaan tertentu terjadi peningkatan secara signifikan serta pada peningkatan luasan bukaan tertentu tidak terjadi peningkatan secara signifikan. Peningkatan persentase distribusi yang optimum terjadi pada peningkatan luas bukaan menjadi 20% dan 30% karena terdapat bagian dari bukaan yang tidak tertutup oleh overhang yang dapat menghalangi cahaya alami yang masuk (Evans, 1981) serta memiliki rasio lebih dari 1:1,2 berdasarkan rekomendasi penelitian terdahulu (Indrani, 2008).

Selain menggunakan standart yang dikemukakan oleh Ander (1995) untuk melihat sebesara besar area yang memenuhi standart DF, pada penelitian ini juga menggunakan standart yang dikemukakan oleh Steffy (2002) pada gambar 5.14 yang menyatakan bahwa perbandingan nilai minimum dengan rata-rata tidak boleh lebih dari 1:3. Hal ini untuk mengetahui ada tidaknya potensi ketidaknyamanan visual akibat nilai yang terlalu besar atau terlalu kecil yang dapat menunjukkan distribusi pencahayaan alami tidak merata.



Gambar 5.15. Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 1:3 terkait Perubahan Luasan Bukaan

## **A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan**

### **1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang**

Perbandingan nilai minimum : rata-rata pada PE 1:11,2 dan PL-WWR10% 1:5,36 tidak memenuhi standart 1:3, sedangkan PL-WWR20% 1:2,84 dan PL-WWR30% 1:2,28 memenuhi standart 1:3. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar luas bukaan maka perbandingan semakin menurun hingga mencapai standart 1:3 yang menandakan kinerja pencahayaan alami semakin baik.

### **2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)**

Perbandingan nilai minimum : rata-rata pada PE 1:5,09, PL-WWR10% 1:4,14 dan PL-WWR30% 1:3,8 tidak memenuhi standart 1:3, sedangkan PL-WWR20% 1:2,66 memenuhi standart. Peningkatan luas bukaan dari PE hingga PL-WWR20% menunjukkan kinerja yang semakin baik karena jika bukaan ditingkatkan menjadi WWR 30% nilai perbandingan menjadi meningkat melebihi 1:3 yang dapat menimbulkan potensi ketidaknyamanan visual pada ruang Bilik 1 yang berfungsi sebagai ruang tidur, dapur atau ruang belajar dan bermain anak.

Peningkatan WWR 30% mengakibatkan perbandingan menjadi meningkat ini menunjukkan bahwa pada ruang Bilik 1 yang terdapat sekat-sekat mengakibatkan cahaya alami yang masuk tidak dapat terdistribusikan dengan baik. Sehingga terjadi perbedaan yang cukup signifikan antara area yang dekat bukaan dan jauh dari bukaan atau berada di balik sekat-sekat dinding pada ruang Bilik 1.

### **3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)**

Perbandingan nilai minimum : rata-rata pada PE 1:5,5, PL-WWR10% 1:3,1 dan PL-WWR30% 1:3,17 tidak memenuhi standart 1:3, sedangkan PL-WWR20% 1:2,83 memenuhi standart 1:3. Bilik 2 menunjukkan kinerja dan pembahasan yang sama dengan Bilik 1 tetapi terdapat perbedaan yaitu memiliki nilai perbandingan yang lebih kecil dari Bilik 2 karena memiliki dimensi ruang yang lebih kecil dan tidak terlalu dalam serta tidak banyak sekat seperti pada Bilik 1.

### **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Perbandingan nilai minimum : rata-rata pada PE 1:2,1, PL-WWR10% 1:2,15, PL-WWR20% 1:2,4 dan PL-WWR30% 1:1,55 memenuhi standart 1:3. Secara keseluruhan Bilik 3 memenuhi standart pada semua pengkondisian karena memiliki dimensi ruang yang kecil 12m<sup>2</sup> dan hanya memiliki kedalaman 2,3m.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Evans (1981) yang menunjukkan kinerja pencahayaan alami baik pada ruang yang tidak terlalu dalam. Selain itu perbandingan antara tinggi jendela dan kedalaman ruangan memiliki rasio kurang dari 1:1,5.

## **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

### **1. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PE**

Pada PE, perbandingan pada ruang Laras-Pematang 1:11,2, Bilik 1 1:5,09, Bilik 2 1:5,5 dan Bilik 3 1:2,1. Secara keseluruhan terjadi penurunan perbandingan dari ruang Laras-Pematang yang memiliki dimensi ruangan yang terbesar hingga Bilik 3 yang memiliki dimensi ruangan terkecil. Ruang Laras-Pematang memiliki perbandingan yang sangat tinggi jauh dari Bilik 1 karena selain memiliki dimensi ruangan yang sangat besar dan dalam juga hanya memiliki bukaan pada 1 sisi dinding terluar yang mengakibatkan cahaya alami hanya menjangkau area di dekat bukaan dan mengakibatkan nilai DF sangat tinggi di dekat bukaan. Hal ini menunjukkan semakin dalam ruangan maka terdapat selisih yang sangat signifikan antara area yang dekat dengan bukaan dan area yang jauh dari bukaan (Evans, 1981)

Pada PL-WWR10%, perbandingan pada ruang Laras-Pematang 1:5,36, Bilik 1 1:4,14, Bilik 2 1:3,1 dan Bilik 3 1:2,15. Secara keseluruhan juga mengalami penurunan dari ruang Laras-Pematang hingga ke Bilik 3 yang menunjukkan karakteristik yang sama dengan kondisi PE. Pada Perbandingan PL-WWR10% WWR 10% terhadap PE eksisting / base case mengalami penurunan 1:5,84, Bilik 1 1:0,95 dan Bilik 2 1:2,4. Sementara pada Bilik 2 terjadi peningkatan 1:0,05.

### **2. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PE**

Pada PL-WWR20%, perbandingan pada ruang Laras-Pematang 1:2,84, Bilik 1 1:2,66, Bilik 2 1:2,83 dan Bilik 3 1:2,4. Pada Perbandingan PL-WWR10% terhadap PE mengalami penurunan 1:8,36, Bilik 1 1:2,43 dan Bilik 2 1:2,67. Sementara pada Bilik 2 terjadi peningkatan 1:0,3. Secara keseluruhan penurunan perbandingan dari PL-WWR10% ke PL-WWR20% lebih signifikan dibandingkan dengan PE ke PL-WWR10%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja pencahayaan



alami efektif pada peningkatan hingga WWR 20% seperti penelitian yang dilakukan oleh Urusa (1998) dan Indrani (2008).

### **3. Perbandingan PL WWR 30% terhadap PE**

Perbandingan pada ruang Laras-Pematang 1:2,84, Bilik 1 1:2,66, Bilik 2 1:2,83 dan Bilik 3 1:2,4. Pada Perbandingan PL-WWR10% terhadap PE mengalami penurunan 1:8,36, Bilik 1 1:2,43 dan Bilik 2 1:2,67. Sementara pada Bilik 2 terjadi peningkatan 1:0,3. Penurunan perbandingan pada WWR 30% tidak terlalu signifikan seperti pada PL-WWR20%. Hal ini juga menunjukkan bahwa peningkatan bukaan melebihi WWR 20% tidak efektif.

### **4. Perbandingan PL WWR 10% terhadap PL WWR 20%**

Pada perbandingan PL-WWR10% ke PL-WWR20%, ruang Laras-Pematang menunjukkan penurunan dari 1:5,36 ke 1:2,84, Bilik 1 menunjukkan penurunan dari 1:4,14 ke 1:2,66, Bilik 2 juga menunjukkan penurunan dari 1:3,1 ke 1:2,83, sedangkan Bilik 3 menunjukkan peningkatan dari 1:2,15 ke 1:2,4. Secara keseluruhan ruang Laras-Pematang, Bilik 1 dan 2 mengalami penurunan mencapai standart 1:3, sedangkan pada Bilik 3 mengalami kenaikan tetapi tidak melebihi standart 1:3. Seperti pada pembahasan sebelumnya, penurunan perbandingan dari WWR 10% ke WWR 20% sangat signifikan sesuai dengan rekomendasi penelitian Urusa (1998) dan Indrani (1998).

### **5. Perbandingan PL WWR 20% terhadap PL WWR 30%**

Pada perbandingan PL-WWR 20% ke PL-WWR 30%, ruang Laras-Pematang menunjukkan penurunan dari 1:2,84 ke 1:2,28, Bilik 1 menunjukkan kenaikan dari 1:2,66 ke 1:3,8, Bilik 2 juga menunjukkan kenaikan dari 1:2,83 ke 1:3,17 dan Bilik 3 menunjukkan penurunan dari 1:2,4 ke 1:1,55. Secara keseluruhan ruang Laras-Pematang dan Bilik 3 mengalami penurunan sedangkan ruang Bilik 1 dan 2 mengalami peningkatan. Penurunan perbandingan dari WWR 20% ke WWR 30% tidak terlalu signifikan sesuai rekomendasi bukaan efektif adalah WWR 20% pada rekomendasi penelitian Urusa (1998) dan Indrani (1998).

#### **5.2.5 Kesimpulan Pengaruh Luas Bukaan**

Peningkatan luas bukaan dapat meningkatkan nilai iluminasi dengan nilai terendah 21 lux hingga 377 lux dibandingkan eksisting, meningkatkan nilai DF

dengan nilai terendah 0,21% hingga tertinggi 3,77% dibandingkan eksisting, meningkatkan persentase area yang terdistribusi DF yang memenuhi standart dengan nilai terendah 1,6% hingga tertinggi 98% dibandingkan eksisting dan menurunkan perbandingan distribusi DF mencapai 1:3. Penambahan luas bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sesuai teori yang dikemukakan oleh Szokolay (1998) dan terkait kondisi terbaik pada WWR 20% sesuai dengan rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Urasa (1998) dan Indrani (2008).

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan terkait peningkatan luas bukaan yaitu obstruksi, overhang, bentuk dan dimensi ruangan serta reflektansi material. Obstruksi memiliki dampak negatif mengurangi cahaya yang masuk. Namun pada bukaan dengan rasio panjang overhang : tinggi bukaan tidak mencapai 1:1,2, obstruksi berperan dalam meningkatkan pantulan ERC untuk memasukkan cahaya alami ke dalam ruangan seperti pada Bilik 1 dan 2. Terkait overhang, peningkatan luas bukaan tidak selalu merekomendasikan 20%. Pada ruang yang terdapat overhang, peningkatan WWR harus melihat apakah luas bukaan yang ditingkatkan masih terbayangi oleh overhang dengan rasio 1:1,2 atau tidak. Meskipun mencapai 20%, tetapi jika belum mencapai rasio 1:1,2 maka luas bukaan perlu ditingkatkan karena cahaya alami tidak dapat masuk maksimal.

Terkait dimensi ruang, peningkatan luas bukaan di ruang yang berdimensi besar seperti Laras-Pematang atau ruang Bilik 1 tidak terlalu signifikan jika dibandingkan peningkatan bukaan di ruang yang berdimensi kecil seperti Bilik 2 atau 3. Reflektansi material tidak terlalu diperhatikan pada tahap pengkondisian karena secara keseluruhan pada semua ruangan memiliki reflektansi material yang rendah dengan material kayu atau bambu berwarna coklat tua. Reflektansi material mempengaruhi rendahnya nilai iluminasi atau DF pada kondisi eksisting sebelum luas bukaan ditingkatkan dan mengurangi daya distribusi dan meningkatkan potensi terjadinya kontras antara area dekat bukaan dan yang jauh.

### **5.3 Pengaruh Posisi Bukaan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami**

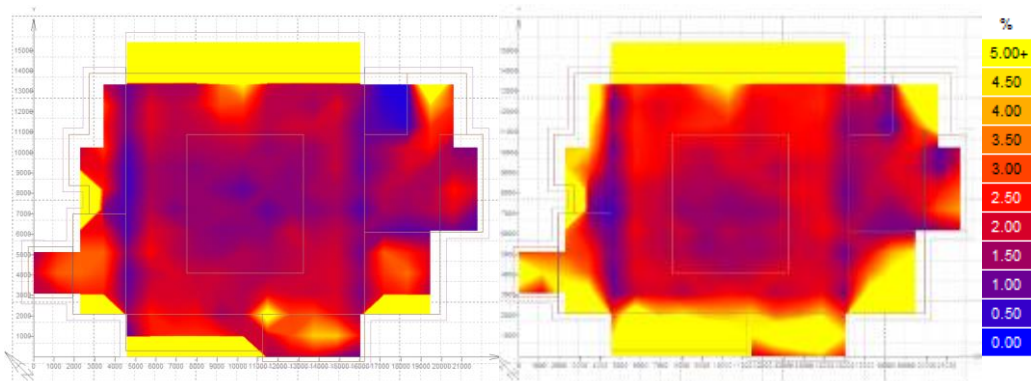
Pada eksperimen posisi bukaan, ditetapkan luasan bukaan yaitu 20%. Penetapan luasan 20% didasarkan pada pembahasan pengaruh luasan bukaan, didapatkan luasan ideal dan sesuai dengan rekomendasi penelitian sebelumnya

adalah 20%. Sehingga dapat pula ditinjau, pengaruh luas dengan posisi.

### 5.3.1 Hasil Simulasi Perubahan Posisi Buka-an

#### A. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PE

Berdasarkan gambar 5.16 dan tabel 5.7 dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai DF ditunjukkan dengan semakin meningkatnya warna merah dan kuning serta semakin berkurangnya warna biru dan ungu pada variasi 1. Menurunkan ketinggian bukaan yang awalnya berada di atas pintu dengan ketinggian lebih dari 1,7m menghasilkan peningkatan nilai DF, hal ini menunjukkan bahwa hasil simulasi sesuai dengan rekomendasi penelitian sebelumnya yaitu bukaan harus memiliki ambang bawah pada bidang kerja. Sehingga dapat diketahui bahwa pada bukaan dengan posisi tinggi dapat diberikan solusi dengan menurunkan ketinggian bukaan. Namun, pada PP AB pintu, ketinggian bukaan hanya berada di atas pintu, belum sampai bidang kerja setinggi 1m. Oleh karena itu perlu dilakukan simulasi pada PP AA pintu.



Gambar 5.16 Perbandingan hasil simulasi PL-WWR 20% (base case) dan PP AB pintu

Tabel 5.7 Nilai Daylight Factor pada PL-WWR 20% (base case) dan PP AB pintu

	Laras-Pematang		Bilik 1		Bilik 2		Bilik 3	
	PE	PL	PE	PL	PE	PL	PE	PL
Min	0,10	0,60	0,21	0,98	0,12	0,91	0,39	1,70
Max	2,70	6,86	1,93	12,00	1,20	7,41	1,25	9,56
Rata2	1,42	3,13	1,07	3,56	0,66	3,25	0,82	4,13

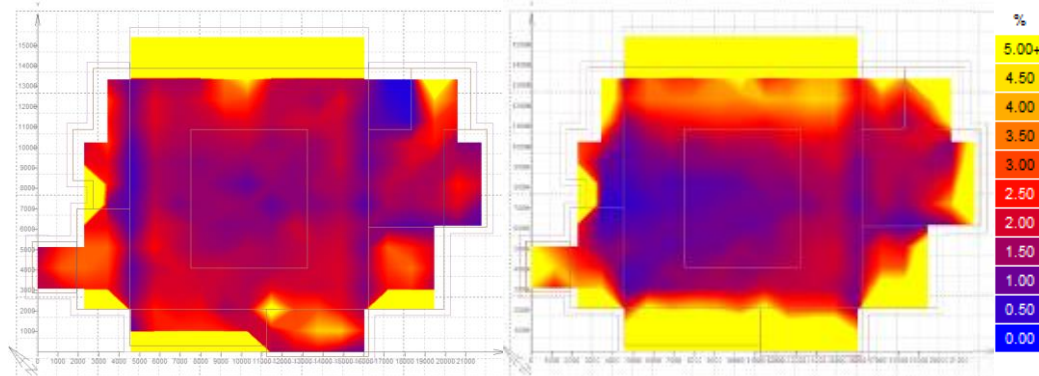
Keterangan :  PE / Base case  PP AB Pintu / Pengkondisian

#### B. Perbandingan PL AA Pintu terhadap PE

Berdasarkan gambar 5.17 dan tabel 5.8 dapat diketahui bahwa terjadi

peningkatan dan penurunan DF sekaligus pada PL AA pintu. Area yang menunjukkan peningkatan ditandai dengan perubahan warna semakin merah dan kuning terdapat pada sisi depan dan belakang bangunan yang tidak terdapat obstruksi. Sedangkan area yang menunjukkan penurunan ditandai dengan perubahan warna semakin biru dan ungu terdapat pada sisi samping kanan dan kiri yang terdapat obstruksi berupa bangunan dengan ketinggian dari tanah ke atap 6m

Penurunan ambang bawah bukaan hingga pada bidang kerja sesuai dengan penelitian terdahulu yaitu dapat meningkatkan nilai DF dan dapat menjangkau pencahayaan alami lebih jauh di dalam ruangan. Tetapi penurunan bukaan hingga bidang kerja perlu memperhatikan faktor obstruksi di luar bangunan. Berdasarkan perbandingan hasil antara variasi 1 dan 2, dapat diketahui bahwa jika terdapat obstruksi maka lebih baik untuk menurunkan bukaan sehingga bukaan tidak tertutupi oleh overhang tetapi penurunan bukaan tidak sampai pada bidang kerja seperti pada variasi 1. Jika tidak terdapat obstruksi, lebih baik menurunkan bukaan hingga sampai pada bidang kerja seperti pada variasi 2.



Gambar 5.17 Perbandingan hasil simulasi PL-WWR 20% (base case) dan PP AA Pintu

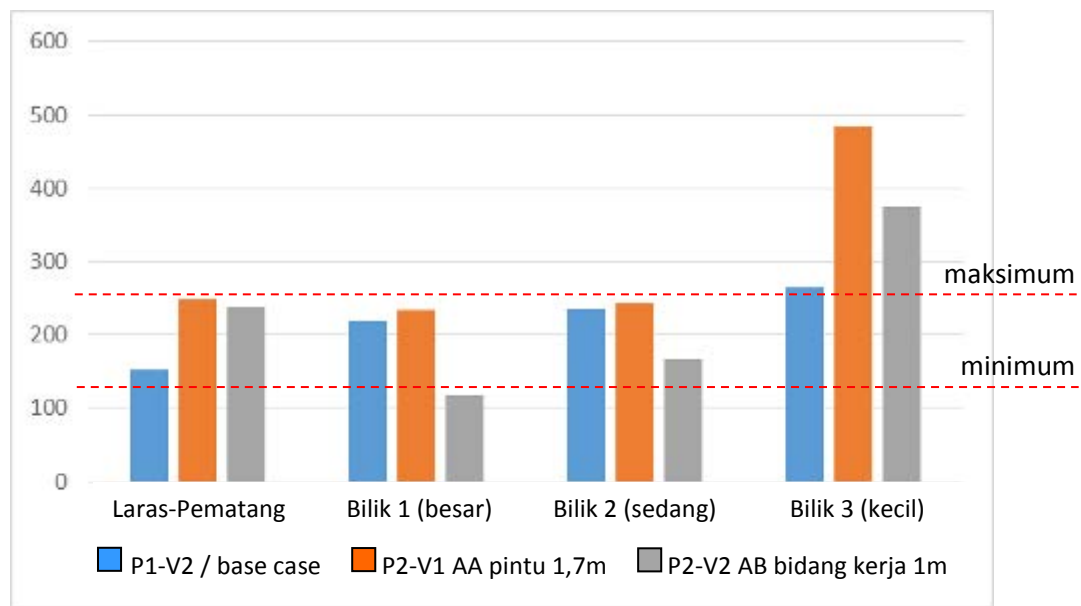
Tabel 5.8 Nilai Daylight Factor pada PL-WWR 20% dan PP AA Pintu

	Laras-Pematang		Bilik 1		Bilik 2		Bilik 3	
	PE	PL	PE	PL	PE	PL	PE	PL
Min	0,10	0,51	0,21	0,77	0,12	0,73	0,39	3,02
Max	2,70	5,44	1,93	12,10	1,20	5,82	1,25	7,68
Rata2	1,42	2,46	1,07	3,78	0,66	2,95	0,82	5,15

Keterangan :   PE / Base case   PP AA pintu / Pengkondisian

### 5.3.2 Perbandingan Perubahan Nilai Iluminasi

Pengaruh perubahan posisi bukaan ditinjau dari perubahan nilai iluminasi ditunjukkan pada gambar 5.18.



Gambar 5.18 Diagram Perbandingan Nilai Iluminasi Perubahan Posisi Bukaannya

## A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Nilai iluminasi pada base case 153 lux, PP-AB-pintu 249 lux dan PP-AA-pintu 238 lux. Merubah posisi bukaan dapat mempengaruhi kinerja pencahayaan alami sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Szokolay (1998). Penurunan posisi bukaan hingga ke bidang kerja dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sesuai dengan rekomendasi penelitian Wirawan (2007) dan Indrani (2008).

Jika ketinggian terus diturunkan hingga ambang bawah mencapai bidang kerja 1m pada PP-AA-pintu maka terjadi penurunan nilai rata-rata iluminasi. Hal ini diakibatkan oleh posisi bukaan yang terlalu rendah hanya dapat menjangkau area di dekat bukaan dan tidak dapat menjangkau area yang jauh dari bukaan pada ruang Laras-Pematang yang memiliki dimensi yang luas dan dalam.

### 2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)

Nilai iluminasi pada base case 219 lux, PP-AB-pintu 234 lux dan PP-AA-pintu 117 lux. Kinerja pencahayaan alami pada ruang Bilik 1 dan pembahasannya sama dengan ruang Laras-Pematang. Pada P2-V2 nilai iluminasi turun hingga 117 lux yang tidak mencapai standart minimum yaitu 120 lux.

### 3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)

Nilai iluminasi pada base case 236 lux, PP-AB-pintu 242 lux dan PP-AA-

pintu 166 lux. Kinerja pencahayaan alami pada Bilik 2 dan pembahasannya sama dengan Laras-Pematang.

#### **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Nilai iluminasi pada base case 265 lux, PP-AB-pintu 484 lux dan PP-AA-pintu 375 lux. Kinerja pencahayaan alami pada ruang Bilik 3 dan pembahasannya sama dengan Laras-Pematang yaitu dengan menurunkan bukaan dapat meningkatkan nilai iluminasi, tetapi jika terlalu rendah dapat menurunkan nilai iluminasi. Pada ruang Bilik 3 secara keseluruhan tidak memenuhi range standart. Hal ini dilihat dari nilai iluminasi yang diatas 250 lux.

### **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

#### **1. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

Pada perbandingan PP-AB-pintu terhadap base case, terjadi peningkatan 96 lux pada Laras-Pematang, 15 lux pada Bilik 1, 6 lux pada Bilik 2 dan 219 lux pada Bilik 3. Peningkatan nilai iluminasi dengan menurunkan posisi bukaan efektif pada ruang yang berbentuk persegi seperti pada ruang Laras-Pematang atau pada ruang persegi panjang seperti pada ruang Bilik 3. Peningkatan nilai iluminasi tidak efektif pada ruang Bilik 1 dan 2 yang berbentuk tidak kompak (terdapat bagian dinding yang maju mundur) dan terdapat banyak sekat ruangan.

#### **2. Perbandingan PP AA Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

Pada perbandingan PP-AA-pintu terhadap case, terjadi peningkatan 85 lux pada Laras-Peamtang dan 110 lux pada Bilik 3. Sementara itu, pada Bilik 1 terjadi penurunan 102 lux dan pada Bilik 2 70 lux. Penurunan bukaan hingga bidang kerja pada ruang Laras-Pematang dan Bilik 3 mengakibatkan penurunan nilai iluminasi tetapi tetap lebih tinggi dibandingkan dengan base case. Sedangkan Penurunan bukaan hingga bidang kerja pada ruang Bilik 1 dan 2 mengakibatkan penurunan nilai iluminasi lebih rendah dibandingkan dengan base case.

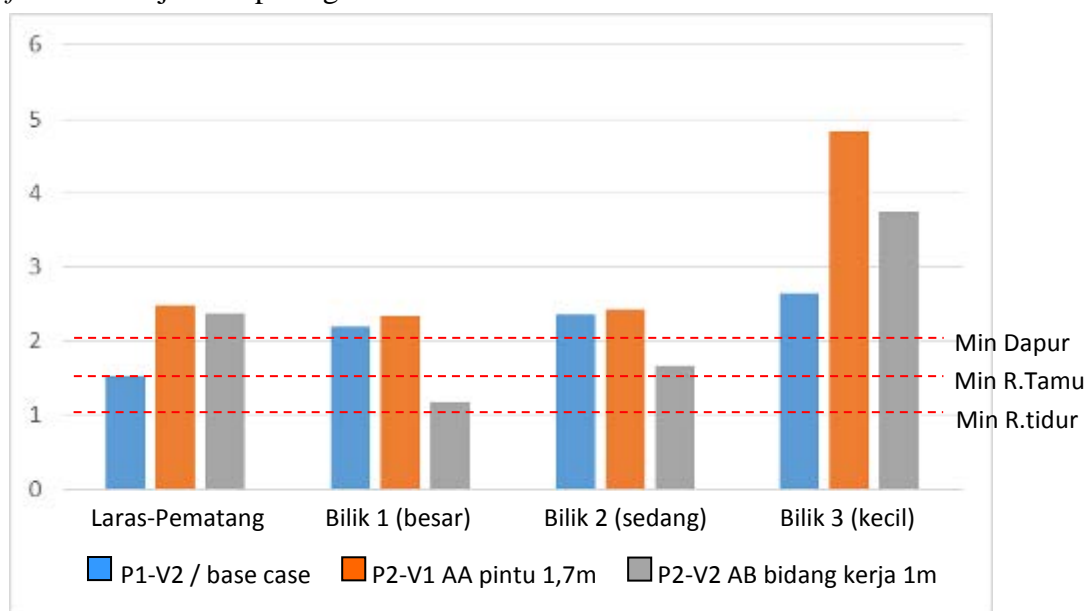
#### **3. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PP AA Pintu**

Perbandingan PP-AB-pintu terhadap PP-AA-pintu menunjukkan penurunan nilai iluminasi dari P2-V1 ke P2-V2 pada semua ruang. Penurunan nilai iluminasi tertinggi pada ruang Bilik 1 sebesar 117 lux, Bilik 3 109 lux, Bilik 2 76 lux dan terendah pada ruang Laras-Pematang sebesar 11 lux.

Berdasarkan diagram dan pembahasan diatas dapat diketahui bahwa dengan mengubah posisi bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sesuai teori posisi bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998) dengan menurunkan posisi bukaan hingga mencapai bidang kerja dapat meningkatkan nilai iluminasi seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) yang juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008). Namun pada penelitian ini, jika posisi bukaan diturunkan akan terjadi peningkatan nilai iluminasi, tetapi jika terlalu diturunkan hingga mencapai bidang kerja maka akan menurunkan kembali nilai iluminasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jenis bukaan pada penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) yaitu menggunakan bukaan tipe vertikal / jendela (rasio tinggi lebih besar dari lebar bukaan), sedangkan bukaan pada rumah Adat Balai Padang menggunakan tipe horizontal (rasio lebar lebih besar dari tinggi bukaan) yang memanjang dari ujung ke ujung dinding.

### 5.3.3 Perbandingan Perubahan Nilai Daylight Factor

Pengaruh perubahan posisi bukaan ditinjau dari perubahan nilai *Daylight factor* ditunjukkan pada gambar 5.19.



Gambar 5.19. Diagram Perbandingan Nilai Daylight Factor Perubahan Posisi Bukaan

#### A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

##### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Nilai DF pada base case 1,53%, PP-AB-pintu 2,49% dan PP-AA-pintu 2,38%. Merubah posisi bukaan dapat mempengaruhi kinerja pencahayaan alami sesuai dengan teori posisi bukaan oleh Szokolay (1998). Penurunan posisi bukaan hingga ke bidang kerja dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sesuai dengan rekomendasi penelitian Wirawan (2007) dan Indrani (2008).

Penurunan bukaan hingga 1,7m mengakibatkan bukaan pada ruang Laras-Pematang tidak terbayangi oleh overhang 3m, sehingga cahaya alami dapat masuk lebih maksimal. Hal ini sesuai dengan rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008) yang menunjukkan bahwa pada bukaan yang terdapat overhang dapat dilakukan upaya dengan menurunkan bukaan minimal memiliki rasio panjang overhang dan ketinggian jendela yang terbayangi adalah 1:1,2.

Jika ketinggian terus diturunkan hingga ambang bawah mencapai bidang kerja 1m pada P2-V2 maka terjadi penurunan nilai rata-rata DF. Hal ini diakibatkan oleh posisi bukaan yang terlalu rendah hanya dapat menjangkau area di dekat bukaan dan tidak dapat menjangkau area yang jauh dari bukaan pada ruang Laras-Pematang yang memiliki dimensi yang luas dan dalam.

## **2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)**

Nilai DF pada base case 2,19%, PP-AB-pintu 2,34% dan PP-AA-pintu 1,17%. Kinerja pencahayaan alami pada ruang Bilik 1 sama dengan ruang Laras-Pematang. Pada P2-V2 terjadi penurunan DF yang sangat signifikan hingga 1,17% karena ruang Bilik 1 terdapat obstruksi berupa bangunan tetangga yang memiliki tinggi 6m tetapi hanya berjarak 2-3m yang dapat mengurangi cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan (Ander, 1995) serta bukaan pada Bilik 1 tidak memiliki sudut vertikal 25° sesuai rekomendasi dari Littlefair (2001).

## **3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)**

Nilai DF pada base case 2,36%, PP-AB-pintu 2,42% dan PP-AA-pintu 1,66%. Kinerja pencahayaan alami pada Bilik 2 sama dengan Bilik 1.

## **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Nilai DF pada base case 2,65%, PP-AB-pintu 4,84% dan PP-AA-pintu 3,75%. Kinerja pencahayaan alami pada ruang Bilik 3 dan pembahasannya sama dengan ruang Laras-Pematang yaitu dengan menurunkan bukaan dapat meningkatkan nilai iluminasi, tetapi jika terlalu rendah dapat menurunkan DF.



## **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

### **1. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

Penurunan posisi bukaan dari base case ke PP-AB-pintu meningkatkan DF 0,96% pada Laras-Pematang, Bilik 1 0,15%, Bilik 2 0,06% dan Bilik 3 2,19%.

### **2. Perbandingan PP AA Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

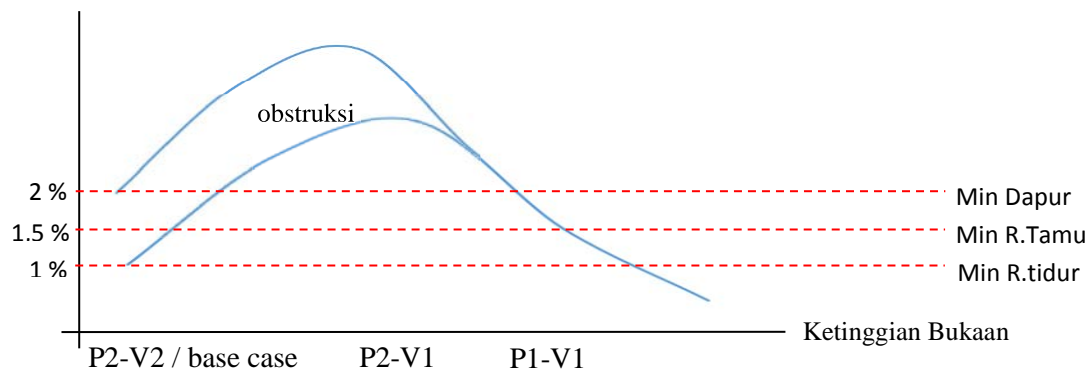
Penurunan posisi bukaan dari PP-AB-pintu ke PP-AA-pintu DF 0,85% pada Laras-Pematang dan 1,1% pada Bilik 3, sedangkan pada ruang Bilik 1 terjadi penurunan 1,02% dan 0,7% pada Bilik 2. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan posisi bukaan harus memperhatikan obstruksi (Ander, 1995) serta sudut vertikal dari bukaan dengan obstruksi minimal 25° (Littlefair, 2001).

### **3. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PP AA Pintu**

Penurunan posisi bukaan dari PP-AB-pintu ke PP-AA-pintu secara keseluruhan menurunkan nilai DF. Penurunan pada ruang Laras-Pematang sebesar 0,11%, Bilik 1 1,17%, Bilik 2 0,7% dan bilik 3 1,09%. Hal ini menunjukkan rekomendasi terbaik tidak pada bidang kerja tetapi pada ambang atas sejajar dengan pintu setinggi 1,7m. Faktor yang menentukan penurunan posisi bukaan juga memperhatikan pembahasan pada perubahan luasan sebelumnya yaitu posisi bukaan harus memperhatikan pembayangan terhadap overhang karena overhang dapat menghalangi cahaya alami yang masuk dengan menurunkan DF (Evans, 1981) dengan tipe overhang miring dapat menurunkan DF lebih besar daripada overhang datar (Prianto, 2013) serta memperhatikan rasio panjang overhang dan tinggi bukaan 1:1,2. Posisi bukaan diturunkan setinggi pintu 1,7m pada P2-V1 sudah menunjukkan rasio pembayangan 1:1,2 sehingga tidak harus menurunkan hingga bidang kerja seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) karena memiliki perbedaan bentuk yaitu pada penelitian Wirawan berbentuk vertikal, sedangkan bukaan rumah Adat Balai Padang berbentuk horizontal.

Gambar 5.20 menunjukkan kesimpulan bahwa perubahan posisi bukaan mempengaruhi kinerja pencahayaan alami seperti teori yang diungkapkan oleh Szokolay (1998) dengan posisi bukaan semakin diturunkan maka semakin besar peningkatan nilai DF seperti rekomendasi pada penelitian Wirawan (2007) dan Indrani (2008), tetapi jika terlalu rendah pada titik tertentu maka nilai DF akan berbalik turun seperti grafik pada gambar 5.19. Penurunan posisi bukaan harus

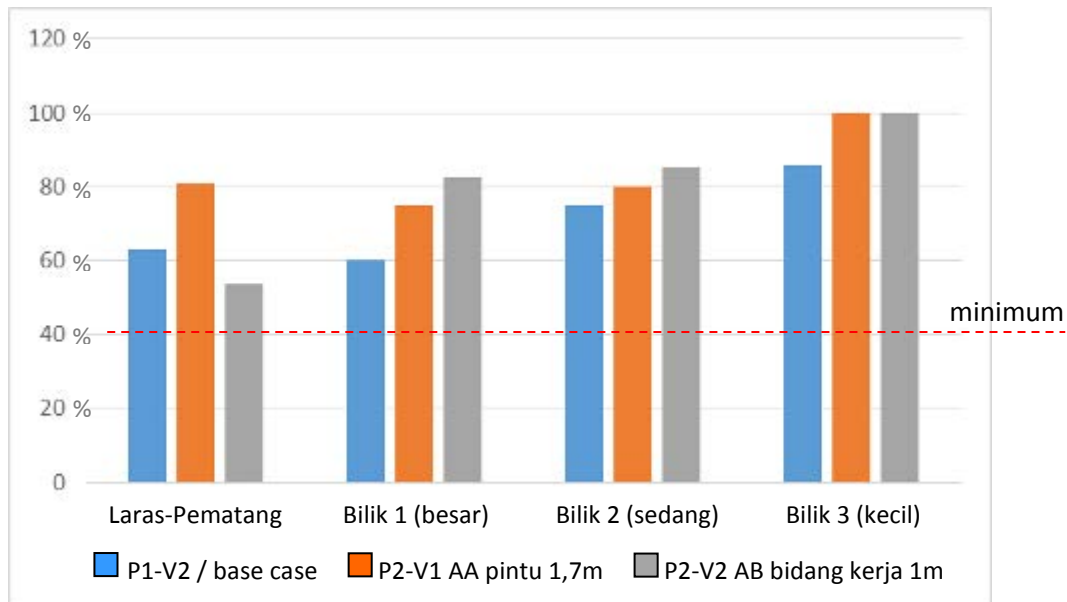
memperhatikan faktor obstruksi dan sudut pandang vertikal. Jika terdapat obstruksi, maka terjadi penurunan DF yang sangat signifikan dibandingkan dengan tidak ada obstruksi. Jika sudah memenuhi rasio pembayangan 1:1,2 dengan overhang (Indrani, 2008), maka penurunan posisi bukaan tidak harus mencapai bidang kerja 1m.



Gambar 5.20 Grafik Kesimpulan Pengaruh Posisi Bukaan terhadap Kinerja Pencahayaan Alami

### 5.3.4 Perbandingan Perubahan Nilai Distribusi Pencahayaan Alami

Pengaruh perubahan posisi bukaan ditinjau dari perubahan nilai distribusi menggunakan standart yang dikemukakan oleh Ander (2005) yaitu minimal 40% luas ruangan memiliki nilai DF sesuai standart ditunjukkan pada gambar 5.21.



Gambar 5.21. Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 40% terkait Perubahan Posisi Bukaan

#### A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

##### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Distribusi pencahayaan alami pada Laras-Pematang menunjukkan persentase 63% pada base case, 81% pada PP-AB-pintu dan 54% pada PP-AA-pintu. Secara keseluruhan, menurunkan posisi bukaan dapat mencapai 40% area yang memenuhi standart DF. Pada PP-AA-pintu posisi bukaan diturunkan terlalu rendah sehingga hanya dapat menjangkau pada area yang dekat dengan bukaan dibandingkan dengan dimensi ruang Laras-Pematang yang besar dan dalam. Merubah posisi bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Szokolay (1998). Penurunan posisi bukaan dapat meningkatkan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan juga sesuai dengan rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007). Namun jika bukaan terlalu diturunkan hingga bidang kerja, maka akan terjadi penurunan DF sehingga dapat mengurangi persentase area yang memenuhi standart DF berdasarkan pembahasan iluminasi dan DF sebelumnya.

## **2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)**

Distribusi pencahayaan alami pada Bilik 1 menunjukkan persentase 60% pada base case, PP-AB-pintu 75% dan PP-AA-pintu 63%. Pembahasan penurunan posisi bukaan sama dengan kinerja pencahayaan alami ruang Laras-Pematang.

## **3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)**

Distribusi pencahayaan alami pada ruang Bilik 2 menunjukkan persentase 75% pada base case, PP-AB-pintu 80% dan PP-AA-pintu 85%. Pada Bilik 2, tidak mengalami penurunan persentase dari PP-AB-pintu ke PP-AA-pintu seperti pada Laras-Pematang dan Bilik 1 karena Bilik 2 memiliki dimensi ruang yang lebih kecil dan tidak terlalu dalam dibandingkan dengan Bilik 1 sehingga cahaya alami yang masuk dapat menjangkau area yang lebih luas dibandingkan pada Bilik 1.

## **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Distribusi pencahayaan alami pada ruang Bilik 3 menunjukkan persentase 86% pada base case, 100% pada PP-AB-pintu dan PP-AA-pintu. Kinerja pencahayaan alami dan pembahasan penurunan posisi bukaan sama dengan Bilik 2. Pada Bilik 3, jika posisi bukaan diturunkan maka terdapat potensi secara keseluruhan pada ruangan memenuhi standart DF. Hal ini dapat dilihat pada persentase distribusi pencahayaan alami mencapai 100% pada PP-AB-pintu dan PP-AA-pintu yang tidak dijumpai pada Laras-Pematang maupun Bilik 1 dan 2.

## **B. Perbandingan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

### **1. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

Penurunan posisi bukaan dari base case ke PP-AB-pintu meningkatkan persentase ruangan yang memenuhi standart DF mencapai 18% pada Laras-Pematang, Bilik 1 15%, Bilik 2 5% dan Bilik 3 14%. Seluruh ruangan menunjukkan jika posisi diturunkan dari posisi asal hingga pada PP-AB-pintu, terjadi kenaikan persentase distribusi pencahayaan alami. Selain dapat menjangkau area yang lebih dalam (Evans, 1981), penurunan posisi bukaan juga memaksimalkan cahaya alami yang masuk karena tidak terbayangi oleh overhang dengan rasio minimal 1:1,2 (Indrani, 2008).

### **2. Perbandingan PP AA Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

Penurunan posisi bukaan dari base case ke PP-AA-pintu meningkatkan persentase ruangan yang memenuhi standart DF mencapai 2,5% pada Bilik 1, bilik 2 10% dan Bilik 3 14%. Peningkatan persentase distribusi cahaya alami tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan penurunan posisi bukaan dari base case ke PP-AA-pintu. Hal ini menunjukkan bukaan tipe horizontal jika diturunkan terlalu rendah hingga bidang kerja tidak efektif untuk mendistribusikan cahaya alami ke dalam ruangan dan menjangkau hingga area yang jauh dari bukaan. Sementara itu, pada Laras-Pematang terjadi peningkatan penurunan persentase sebesar 9,6% karena penurunan yang terlalu rendah hanya menjangkau area sekitar bukaan.

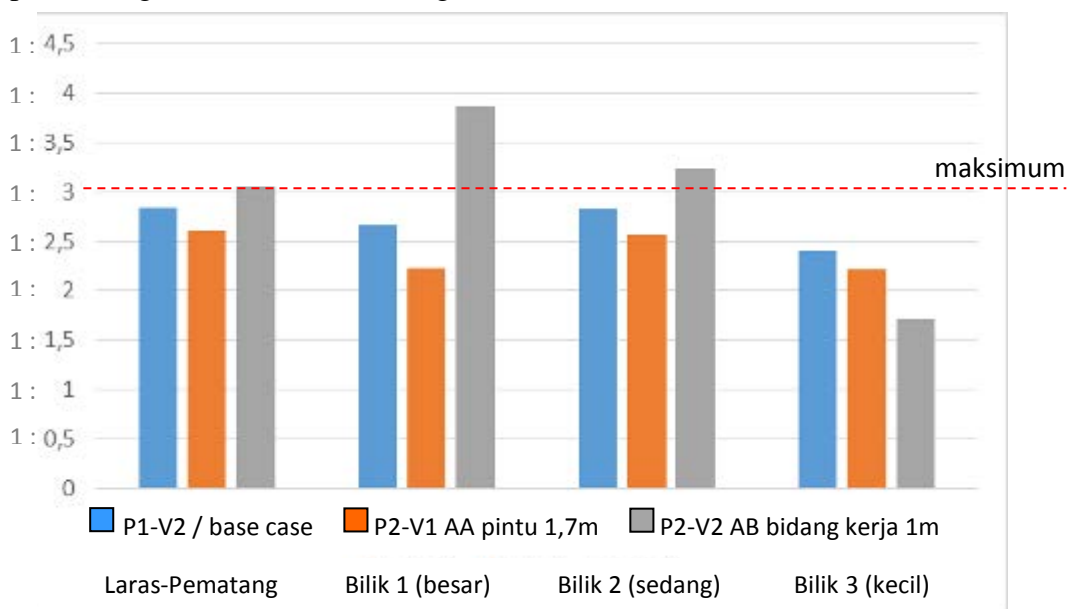
### **3. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PP AA Pintu**

Menurunkan posisi bukaan tetapi tidak terlalu rendah lebih efektif dibandingkan bidang kerja untuk tipe bukaan horizontal. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Indrani (2008) yang menunjukkan kinerja yang lebih baik jika mencapai bidang kerja karena tipe bukaan pada penelitian Indrani adalah vertikal.

Kesimpulan yang didapatkan terkait pengaruh penurunan posisi bukaan terhadap perubahan distribusi pencahayaan alami berdasarkan distribusi pencahayaan alami menggunakan standart Ander (1995) adalah semakin rendah ketinggian bukaan maka semakin besar peningkatan persentase area yang memenuhi standart DF sehingga distribusinya lebih merata sesuai dengan teori posisi bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998). Untuk ruangan yang

berdimensi tidak terlalu besar seperti ruang Bilik 2 dan 3, terjadi peningkatan persentase persebaran nilai DF ketika bukaan diturunkan hingga bidang kerja. Namun pada ruangan yang berdimensi besar seperti ruang Bilik 1 dan Laras-Peamtang, terjadi peningkatan persentase persebaran ketika posisi diturunkan, namun berangsur-angsur menurun kembali jika posisi bukaan terus diturunkan hingga bidang kerja. Seperti pada pembahasan nilai iluminasi dan DF, penurunan posisi bukaan terkait distribusi cahaya alami juga harus mempertimbangkan obstruksi yang menghalangi cahaya alami yang masuk (Ander, 1995), overhang yang dapat membayangi bukaan dengan memperhatikan rasio 1:1,2 (Indrani, 2008), dimensi ruang (Lechner, 2009) dan kedalaman ruang (Evans, 1981).

Pengaruh perubahan ketinggian bukaan juga ditinjau dengan nilai distribusi yang dikemukakan oleh Steffy (2002) yang menyatakan bahwa perbandingan nilai minimum dengan rata-rata tidak boleh lebih dari 1:3 yang ditunjukkan pada gambar 5.21. Berdasarkan grafik 5.21 dapat diketahui bahwa dengan menurunkan ketinggian bukaan dapat meningkatkan potensi terjadinya kontras ditinjau dari perbandingan nilai minimum dengan rata-rata lebih dari 1:3.



Gambar 5.22. Diagram Perbandingan Nilai Distribusi 1:3 terkait Perubahan Posisi Bukaan

## A. Perbandingan Antar Pengkondisian Dalam Suatu Ruangan

### 1. Perbandingan Pada Ruang Laras-Pematang

Distribusi pencahayaan alami pada ruang Laras-Pematang menunjukkan

perbandingan nilai DF minimum : rata-rata sebesar 1:2,84 pada base case, 1:2,61 pada PP-AB-Pintu dan 1:3,06 pada PP-AA- Pintu. Ketika posisi bukaan dari base case ke PP-AB-Pintu terjadi penurunan perbandingan, tetapi ketika posisi bukaan terus diturunkan hingga bidang kerja pada PP-AA-Pintu terjadi kenaikan perbandingan kembali dan melebihi 1:3 yang dapat menjadi potensi ketidaknyamanan visual. Pemenuhan terhadap standart perbandingan maksimum 1:3 didapatkan ketika pada kondisi base case dan PP-AB- Pintu.

## **2. Perbandingan Pada Ruang Bilik 1 (Besar)**

Distribusi pencahayaan alami pada ruang Bilik 1 menunjukkan perbandingan nilai minimum : rata-rata sebesar 1:2,66 pada base case, 1:2,23 pada PP-AB-Pintu dan 1:3,88 pada PP-AA-Pintu. Pola perubahan distribusi pencahayaan alami dan pembahasannya sama dengan pembahasan pada ruang Laras-Pematang.

## **3. Perbandingan Pada Ruang Bilik 2 (Sedang)**

Distribusi pencahayaan alami pada ruang Bilik 2 menunjukkan perbandingan nilai minimum : rata-rata sebesar 1:2,83 pada base case, 1:2,57 pada PP-AB-Pintu dan 1:3,24 pada PP-AA-Pintu. Pola perubahan distribusi pencahayaan alami dan pembahasannya sama dengan ruang Laras-Pematang dan ruang Bilik 1.

## **4. Perbandingan Pada Ruang Bilik 3 (Kecil)**

Distribusi pencahayaan alami pada ruang Bilik 3 menunjukkan perbandingan nilai minimum : rata-rata sebesar 1:2,4 pada base case, 1:2,22 pada PP-AB-Pintu dan 1:1,71 pada PP-AA-Pintu. Perubahan dari base case ke P2-V1 serta PP-AB-Pintu ke PP-AA-Pintu menunjukkan kinerja lebih baik dengan adanya penurunan perbandingan. Secara keseluruhan kondisi distribusi pencahayaan alami pada Bilik 3 memenuhi standart dilihat dari perbandingan nilai DF min : rata-rata pada semua kondisi berada di bawah 1:3.

# **B. Perbandiangan Antar Ruang Dalam Suatu Pengkondisian**

## **1. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PL WWR 20% (base case)**

Penurunan posisi bukaan dari base case ke PP-AB-Pintu menunjukkan penurunan perbandingan distribusi pencahayaan alami sebesar 1:0,23 pada ruang Laras-Pematang, 1:0,43 pada Bilik 1, 1:0,26 pada Bilik 2 dan 1:0,18 pada Bilik 3. Penurunan posisi bukaan dari base case ke PP-AB-Pintu pada semua ruang

menunjukkan kinerja pencahayaan alami yang lebih baik. Selain dapat menjangkau area yang lebih dalam (Evans, 1981), penurunan posisi bukaan juga memaksimalkan cahaya alami yang masuk karena tidak terbayangi oleh overhang dengan rasio minimal 1:1,2 (Indrani, 2008).

## **2. Perbandingan PP AA Pintu terhadap PL WWR 20% (*base case*)**

Penurunan posisi bukaan dari *base case* ke PP-AB-Pintu menunjukkan kenaikan perbandingan distribusi pencahayaan alami sebesar 1:0,22 pada ruang Laras-Pematang, 1:1,22 pada Bilik 1 dan 1:0,41 pada Bilik 2, sedangkan pada Bilik 2 tetap terjadi penurunan sebesar 1:0,18. Kenaikan perbandingan menunjukkan posisi bukaan yang diturunkan hingga bidang kerja tidak efektif.

## **3. Perbandingan PP AB Pintu terhadap PP AA Pintu**

Berdasarkan pembahasan perbandingan PP-AB-Pintu dan PP-AA-Pintu terhadap *base case* diatas dapat diketahui bahwa PP-AB-Pintu dengan menurunkan posisi bukaan tetapi tidak terlalu rendah lebih efektif dibandingkan PP-AA-Pintu dengan posisi bukaan mencapai bidang kerja untuk tipe bukaan horizontal. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Indrani (2008) yang menunjukkan kinerja yang lebih baik jika mencapai bidang kerja karena tipe bukaan pada penelitian Indrani adalah vertikal sedangkan tipe bukaan pada rumah Adat Balai Padang adalah horizontal.

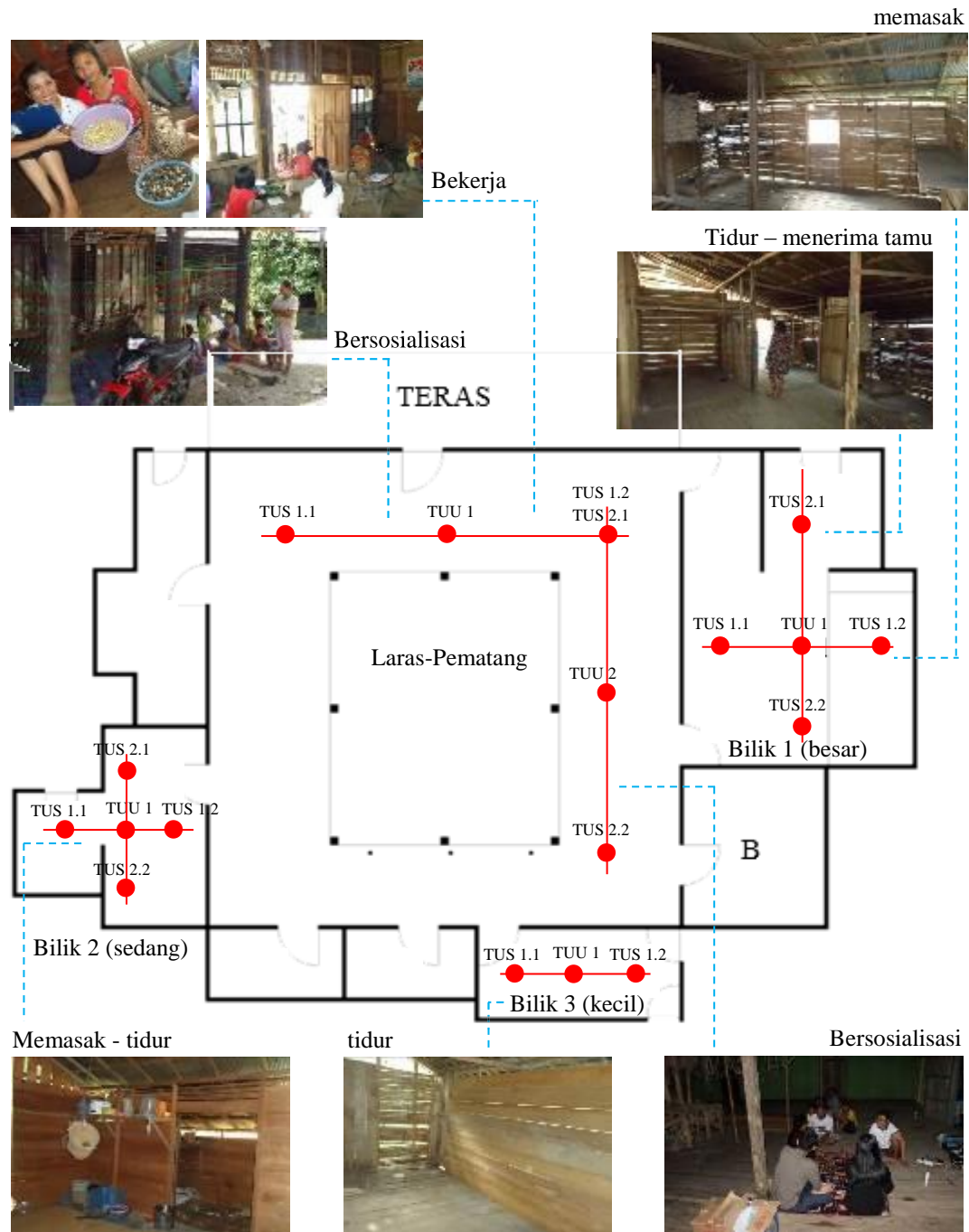
### **5.3.5 Kesimpulan Pengaruh Posisi Bukaan**

Merubah posisi bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sesuai teori yang dikemukakan Szokolay (1998) yaitu dengan menurunkan posisi bukaan sesuai penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) dan Indrani (2008) dapat meningkatkan nilai iluminasi, DF, distribusi pencahayaan alami terkait persentase DF terhadap luas ruang dan perbandingan DF min : rata-rata. Penurunan posisi bukaan hingga bidang kerja tidak efektif karena tidak dapat menjangkau area lebih dalam sesuai penelitian Evans (1981).

Penurunan posisi bukaan yang terlalu rendah hingga bidang kerja perlu memperhatikan obstruksi seperti yang diungkapkan oleh Ander (1995) seperti pada ruang Bilik 1 dan 2 karena dapat mengurangi cahaya alami yang masuk. Penurunan posisi bukaan hendaknya memperhatikan pembayangan dari overhang minimal harus mencapai rasio panjang overhang : tinggi bukaan yaitu 1:1,2

seperti yang direkomendasikan oleh Indrani (2008). Meskipun penurunan bukaan tidak terlalu rendah tetapi jika sudah melebihi rasio tersebut, maka penurunan bukaan menjadi efektif ditandai dengan meningkatnya kinerja pencahayaan alami.

#### 5.4 Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Aktivitas Masa Kini



Gambar 5.23 Posisi di dalam ruang yang paling berpotensi untuk beraktivitas



Pada pembahasan nilai iluminasi dan daylight factor digunakan TUU dan TUS yang menunjukkan posisi di dalam ruangan yang berpotensi paling besar untuk digunakan beraktivitas berdasarkan gambar 5.23. Pada masa kini, rumah Adat Balai Padang tidak dihuni dan hanya difungsikan sebagai upacara adat tahunan yang berlangsung di malam hari, sehingga tidak dapat ditinjau kinerja pencahayaan alami untuk memenuhi aktivitas pada saat upacara. Namun, terdapat potensi rumah Adat Balai Padang untuk difungsikan kembali sebagai rumah tinggal. Pada penelitian ini digunakan asumsi jika nantinya rumah Adat Balai Padang difungsikan kembali sebagai rumah tinggal dengan aktivitas pada pagi hingga sore hari berdasarkan pengamatan aktivitas pada 52 bangunan dengan penggunaan ruang pada tabel 4.36. Tabel 5.9 menunjukkan asumsi aktivitas yang dapat dilakukan pada tiap ruang disesuaikan dengan TUU dan TUS yang akan dikaji pada hasil simulasi.

Tabel 5.9 Asumsi aktivitas yang dapat dilakukan pada tiap ruang

RUANG	AKTIVITAS PAGI-SORE	POSISI TUU-TUS
Laras-Pematang	Menerima tamu	TUU 1, TUS 1.2 - 2.1
	Bekerja mengolah kemiri	TUU 1, TUS 1.1 - 1.2 - 2.1
	Bersosialisasi dengan keluarga	TUS 1.1 - 1.2 - 2.1 - 2.2
	Bermain dan belajar untuk anak	Semua titik TUU dan TUS
	Makan bersama	TUS 1.1 - 1.2 - 2.1 - 2.2
Bilik 1 (besar)	Aktivitas di kamar tidur	TUU 1, TUS 1.1 - 2.1 - 2.2
	Memasak	TUS 1.2
Bilik 2 (sedang)	Aktivitas di kamar tidur	TUU 1, TUS 1.2 - 2.1 - 2.2
	Memasak	TUS 1.1
Bilik 3 (kecil)	Aktivitas di kamar tidur	TUU 1, TUS 1.1 - 1.2

Gambaran aktivitas yang dapat dilakukan pada tabel 5.9 tercantum dalam dokumentasi aktivitas pada gambar 5.23 yang dilakukan pada aktivitas penghuni di 52 rumah selain rumah Adat Balai Padang. Pemilihan TUU dan TUS tersebut selain berdasarkan perhitungan, juga disesuaikan dengan kondisi. Pada ruang Laras-Pematang, TUU dan TUS seharusnya berada di tengah ruangan dan berada di area Pematang, tetapi pada ruang Pematang terdapat perabot upacara sehingga perlu dilakukan pergeseran TUU dan TUS ke arah depan dekat bukaan dan samping dekat dengan ruang Bilik 1 (besar) dan 3 (kecil).

### 5.4.1 Pemenuhan Berdasarkan Standar Nilai Iluminasi

#### A. Ruang Laras dan Pematang

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standar nilai iluminasi pada ruang Laras-Pematang terdapat pada tabel 5.10. Ruang Laras-Pematang berfungsi sebagai ruang tamu dan ruang keluarga dengan standar nilai iluminasi di dalam ruangan sebesar 120 – 250 lux berdasarkan tabel 2.1 SNI 03-6197-2000. Meskipun ruang Laras-Pematang juga berfungsi sebagai ruang upacara adat, namun aktivitas dilakukan pada malam hari sehingga tidak dilakukan pembahasan Tabel 5.10 Pemenuhan standar nilai iluminasi pada ruang Laras-Pematang

	Simulasi	TUU 1	TUS 1.1	TUS 1.2	TUU 2	TUU 2.1	TUU 2.2
	PE / Eksisting	117 (X)	102 (X)	108 (X)	083 (X)	80 (X)	100 (X)
luas	PL WWR 10%	118 (X)	105 (X)	118 (V)	083 (X)	85 (X)	111 (X)
	PL WWR 20%	188 (V)	144 (V)	166 (V)	115 (X)	152 (V)	174 (V)
	PL WWR 30%	238 (V)	242 (V)	249 (V)	217 (V)	236 (V)	197 (V)
posisi	PP AB Pintu	254 (V)	225 (V)	249 (V)	219 (V)	238 (V)	206 (V)
	PP AA Pintu	270 (X)	266 (X)	314 (X)	157 (V)	208 (V)	197 (V)

Keterangan : V = memenuhi standar dan X = tidak memenuhi standar  
  memenuhi standar   tidak mencapai standar   melebihi standar

Kondisi eksisting tidak memenuhi standar nilai iluminasi. Eksperimen yang dilakukan tidak memenuhi standar pada PL-WWR10% dan PL-WWR20%, sedangkan eksperimen yang dilakukan melebihi standar kenyamanan nilai iluminasi adalah PP-AA-pintu.

Pengkondisian terbaik untuk aktivitas penghuni berdasarkan standar adalah PL-WWR30% dan PP-AA-pintu. Pada PL-WWR10% terdapat 1 titik ukur yaitu TUU 2.1 yang tidak memenuhi standar karena letaknya yang berada di tengah bangunan, sehingga memperbesar bukaan pada ruang Laras-Pematang dapat memenuhi standar di sisi-sisi dinding tetapi tidak dapat mencapai hingga tengah ruangan. sedangkan pada P2-V2, terdapat 3 titik ukur yaitu TUU 1, TUS 1.1 dan TUS 1.2 yang melebihi standar karena letaknya berada paling dekat dengan bukaan, sehingga menurunkan bukaan hingga ke bidang kerja dapat menimbulkan peningkatan nilai iluminasi yang signifikan di beberapa titik yang dekat bukaan.

Rekomendasi yang diusulkan terkait perbaikan bukaan berdasarkan standar nilai iluminasi pada ruang Laras-Pematang adalah dengan PL-WWR30% yaitu meningkatkan luas bukaan WWR 30% dengan posisi tetap dan PP-AA-pintu

dengan menurunkan posisi hingga ambang atas pintu dengan WWR 20%.

## B. Ruang Bilik 1 (besar)

Tabel 5.11 menunjukkan pemenuhan pencahayaan alami pada ruang Bilik 1 (besar) berfungsi sebagai 2 ruang yaitu ruang tidur dan dapur. Berdasarkan tabel 2.1 SNI 03-6197-2000, ruang tidur memiliki standart 120-250 lux yang terdapat pada TUU 1, TUS 1.1, TUS 2.1 dan TUS 2.2. sedangkan dapur memiliki standart 250 lux yang terdapat pada TUU 1.2.

Tabel 5.11 Pemenuhan standart nilai iluminasi pada ruang Bilik 1 (besar)

	Simulasi	TUU 1 Kamar	TUS 1.1 Kamar	TUS 1.2 Dapur	TUU 2 Kamar	TUU 2.1 Kamar	TUU 2.2 Kamar
	PE / Eksisting	72 (X)	56 (X)	81 (X)	106 (X)	97 (X)	70 (X)
luas	PL WWR 10%	95 (X)	109 (X)	57 (X)	109 (X)	148 (X)	96 (X)
	PL WWR 20%	163 (V)	114 (X)	155 (V)	114 (X)	242 (V)	170 (V)
	PL WWR 30%	240 (V)	214 (V)	235 (V)	214 (V)	245 (V)	238 (V)
posisi	PP AB Pintu	193 (V)	163 (V)	269 (V)	163 (V)	297 (V)	183(V)
	PP AA Pintu	116 (X)	118 (V)	120 (V)	118 (V)	224 (V)	223 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

■ memenuhi standart □ tidak mencapai standart ■ melebihi standart

Ruang Bilik 1 (besar) menunjukkan kinerja yang hampir sama dengan Laras-Pematang yaitu tidak memenuhi standart pada semua titik ukur pada PE dan PL-WWR10% berdasarkan tabel 5.12. Eksperimen yang dilakukan tidak memenuhi standart pada PL-WWR20% dan PP-AA-pintu, sedangkan eksperimen yang dilakukan melebihi standart kenyamanan nilai iluminasi adalah PP-AB-pintu.

Pada Bilik 1 hanya terdapat 1 pengkondisian terbaik untuk aktivitas penghuni berdasarkan standart dengan keseluruhan TUU dan TUS masuk dalam rentang standart antara 120-250 lux yaitu PL-WWR30% dengan meningkatkan luas bukaan WWR 30% dengan posisi tetap. Pada PL-WWR10% terdapat 1 titik ukur yaitu TUU 2.1 yang tidak memenuhi standart karena letaknya yang berada paling jauh dari bukaan mencapai 6m. Pada PP-AA-PINTU terdapat 3 titik yang memenuhi standart yaitu TUS 1.2, TUS 2.1, TUS 2.2 karena dekat dengan bukaan dan 3 titik yang tidak memenuhi standart yaitu TUU 1, TUU 2, TUS 1.1 karena jauh dari bukaan, sehingga menurunkan bukaan hingga ke bidang kerja hanya dapat menjangkau area yang dekat dengan bukaan.

Rekomendasi yang diusulkan terkait perbaikan bukaan berdasarkan standart nilai iluminasi pada ruang Bilik 1 adalah dengan PL-WWR30% yaitu meningkatkan luas bukaan WWR 30%.

### C. Ruang Bilik 2 (sedang)

Ruang Bilik 2 memiliki fungsi ruang yang sama dengan Bilik 1 yaitu sebagai ruang tamu dan dapur berdasarkan tabel 5.12 dengan standart nilai iluminasi yang sama dengan Bilik 1. Fungsi ruang tidur terdapat pada TUU 1, TUS 1.2, TUS 2.1 dan TUS 2.2. Sedangkan fungsi ruang sebagai dapur terdapat pada TUS 1.1.

Tabel 5.12 Pemenuhan standart nilai iluminasi pada ruang Bilik 2 (sedang)

	Simulasi	TUU 1 kamar	TUS 1.1 Dapur	TUS 1.2 Kamar	TUU 2 Kamar	TUU 2.1 Kamar	TUU 2.2 Kamar
	PE / Eksisting	090 (X)	53 (X)	076 (X)	106 (X)	111 (X)	82 (X)
luas	PL WWR 10%	108 (X)	101 (X)	105 (X)	95 (X)	119 (X)	100 (X)
	PL WWR 20%	236 (V)	222 (V)	203 (V)	203 (V)	229 (V)	157 (V)
	PL WWR 30%	494 (V)	422 (V)	423 (V)	423 (V)	404 (V)	408 (V)
posisi	PP AB Pintu	224 (V)	270 (V)	222 (V)	222 (V)	172 (V)	249 (V)
	PP AA Pintu	188 (V)	455 (V)	223 (V)	223 (V)	118 (X)	454 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

■ memenuhi standart □ tidak mencapai standart ■ melebihi standart

Ruang Bilik 2 (sedang) menunjukkan kinerja yang lebih bervariasi. Secara keseluruhan kinerja pencahayaan alami pada ruangan ini hampir sama dengan ruang Laras-Pematang dan Bilik 1 yaitu tidak memenuhi standart pada semua titik ukur pada PE dan PL-WWR10%. PL-WWR30% secara keseluruhan melebihi standart yaitu. Eksperimen yang dilakukan melebihi standart kenyamanan nilai iluminasi adalah PP-AB-pintu dan PP-AA- pintu.

Bilik 2 juga memiliki 1 pengkondisian terbaik yaitu PL-WWR20% dengan meningkatkan luas bukaan WWR 20% dengan posisi tetap. Ruang Bilik 2 memiliki luas ruang yang tidak terlalu besar, sehingga peningkatan WWR menjadi 20% dapat memenuhi standart. Jika ditingkatkan menjadi 30% maka dapat melebihi standart pada semua titik ukur seperti pada PL-WWR30%. Penurunan posisi juga dapat memenuhi standart, tetapi terdapat 1 titik yang melebihi standart yaitu TUS 1.1 yang berada di dekat pintu luar dan dekat dengan bukaan paling besar karena terdapat pada 3 dinding terluar. Namun nilai iluminasi yang melebihi standart pada PL-WWR30% tidak terlalu jauh yaitu hanya 270 lux,

sehingga pada Bilik 2 juga dapat direkomendasikan PL-WWR30%.

Rekomendasi yang diusulkan terkait perbaikan bukaan berdasarkan standart nilai iluminasi pada ruang Bilik 2 adalah dengan PL-WWR20% yaitu meningkatkan luas bukaan WWR 20% dengan posisi tetap dan PP-AB-PINTU dengan menurunkan posisi hingga ambang atas pintu dengan WWR 20%.

#### D. Ruang Bilik 3 (kecil)

Ruang Bilik 3 hanya memiliki 1 fungsi ruang yaitu sebagai ruang tidur karena dimesi ruang yang kecil. Namun, pada ruang Bilik 3 terdapat 2 pintu pada dinding luar bangunan yang berpotensi untuk melakukan aktivitas di dapur seperti memasak di luar bangunan. Fungsi ruang tidur terdapat TUU 1, TUS 1.1 dan TUS 1.2 yang dikaji berdasarkan standart nilai iluminasi ruang tidur sebesar 120 – 250 lux pada tabel 5.13.

Tabel 5.13 Pemenuhan standart nilai iluminasi pada ruang Bilik 3 (kecil)

	TUU 1 kamar	TUS 1.1 kamar	TUS 1.2 kamar	TUU 1 kamar
	PE / Eksisting	87 (X)	92 (X)	107 (X)
luas	PL WWR 10%	108 (X)	117 (X)	116 (X)
	PL WWR 20%	235 (V)	248 (V)	228 (V)
	PL WWR 30%	426 (V)	308 (V)	351 (V)
posisi	PP AB Pintu	284 (V)	381 (V)	356 (V)
	PP AA Pintu	240 (V)	237 (V)	268 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart  
 memenuhi standart  tidak mencapai standart  melebihi standart

Hasil pada kondisi eksisting PE dan PL-WWR10% juga dijumpai pada ruang Bilik 3 (kecil) yang tidak memenuhi standart nilai iluminasi dengan rentang 120-250 lux. Namun pada ruang ini terdapat pengkondisian yang secara keseluruhan melebihi standart terbanyak dibandingkan dengan ke 3 ruang lainnya yaitu PL-WWR30% dan PP-AB-pintu. Eksperimen yang juga melebihi standart kenyamanan nilai iluminasi adalah PP-AA- pintu.

Bilik 3 menunjukkan pengkondisian terbaik sama dengan Bilik 2 yaitu PL-WWR20% dengan meningkatkan luas bukaan WWR 20% dengan posisi tetap. Ruang Bilik 3 memiliki luas ruang terkecil, sehingga peningkatan WWR menjadi 20% dapat memenuhi standart. Jika ditingkatkan menjadi 30% atau menurunkan

bukaan hingga ke ambang atas pintu maka dapat mengakibatkan melebihi standart pada semua titik ukur seperti pada PL-WWR30% dan PP-AB- pintu.

Rekomendasi yang diusulkan terkait perbaikan bukaan berdasarkan standart nilai iluminasi pada ruang Laras-Pematang adalah dengan PL-WWR20% yaitu meningkatkan luas bukaan WWR 20% dengan posisi tetap.

## 5.4.2 Pemenuhan Berdasarkan Standart Nilai Daylight Factor

### A. Ruang Laras dan Pematang

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart nilai daylight factor pada ruang Laras-Pematang terdapat pada tabel 5.14 dengan standart DF pada ruang tamu atau ruang keluarga minimal sebesar 1,5% (Littlefair, 2001).

Tabel 5.14 Pemenuhan standart nilai daylight factor pada ruang Laras-Pematang

	Simulasi	TUU 1	TUS 1.1	TUS 1.2	TUU 2	TUU 2.1	TUU 2.2
	PE / Eksisting	1,17 (X)	1,02 (X)	1,08 (X)	0,83 (X)	0,80 (X)	1,00 (X)
luas	PL WWR 10%	1,18 (X)	1,05 (X)	1,18 (V)	0,83 (X)	0,85 (X)	1,11 (X)
	PL WWR 20%	1,88 (V)	1,44 (V)	1,66 (V)	1,15 (X)	1,52 (V)	1,74 (V)
	PL WWR 30%	2,38 (V)	2,42 (V)	2,49 (V)	2,17 (V)	2,36 (V)	1,97 (V)
posisi	PP AB Pintu	2,54 (V)	2,25 (V)	2,49 (V)	2,19 (V)	2,38 (V)	2,06 (V)
	PP AA Pintu	2,70 (V)	2,66 (V)	3,14 (V)	1,57 (V)	2,08 (V)	1,97 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

■ memenuhi standart □ tidak mencapai standart

Kinerja pencahayaan alami ditinjau dari nilai DF pada ruang Laras-Pematang juga menunjukkan hasil yang sama dengan nilai iluminasi yaitu pada kondisi eksisting PE dan PL-WWR10% WWR 10% tidak memenuhi standart untuk beraktivitas. Peningkatan luas bukaan menjadi 20% dapat meningkatkan nilai iluminasi tetapi masih terdapat 2 titik ukur yaitu TUS 1.1 dan TUU 2 yang tidak memenuhi standart karena letak titik ukur tersebut di tengah ruangan. Sehingga pengkondisian yang dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas di ruang Laras-Pematang adalah dengan meningkatkan WWR 30% dengan posisi tetap atau dengan menurunkan posisi hingga ambang atas pintu atau bidang kerja jika menggunakan WWR 20%. Meskipun standart nilai DF yang digunakan tidak memiliki rentang nilai sepertipada nilai iluminasi (120-250 lux), namun nilai DF perlu ditinjau pada

distribusi pencahayaan alami karena menggunakan DF sebagai dasar perhitungan.

## B. Ruang Bilik 1 (besar)

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart nilai daylight factor pada ruang Bilik 1 (besar) terdapat pada tabel 5.15 dengan standart DF pada ruang tidur minimal sebesar 1% dan dapur minimal sebesar 2% (Littlefair, 2001).

Tabel 5.15 Pemenuhan standart nilai daylight factor pada ruang Bilik 1 (besar)

	Simulasi	TUU 1 Kamar	TUS 1.1 dapur	TUS 1.2 Kamar	TUU 2 Kamar	TUU 2.1 Kamar	TUU 2.2 Kamar
	PE / Eksisting	0,72 (X)	0,21 (X)	1,06 (V)	0,72 (X)	1,7 (X)	0,70 (X)
Luas	PL WWR 10%	0,95 (X)	0,57 (X)	1,09 (V)	0,95 (X)	1,48 (X)	0,96 (X)
	PL WWR 20%	1,63 (V)	1,55 (V)	1,14 (V)	1,63 (V)	2,42 (V)	1,70 (V)
	PL WWR 30%	2,40 (V)	2,35 (V)	2,14 (V)	2,40 (V)	2,45 (V)	2,38 (V)
Posisi	PP AB Pintu	1,93 (V)	2,69 (V)	1,63 (V)	1,93 (V)	2,97 (V)	1,83 (V)
	PP AA Pintu	1,46 (V)	1,20 (X)	1,70 (V)	1,46 (V)	2,24 (V)	2,23 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

■ memenuhi standart □ tidak mencapai standart

Ruang Bilik 1 (besar) menunjukkan nilai DF yang lebih bervariasi terhadap pemenuhan standart jika dibandingkan dengan ruang Laras-Pematang. Pada kondisi eksisting PE dan PL-WWR10% sudah terdapat 2 titik ukur yang memenuhi standart yaitu TUS 1.1 dan TUS 2.1 karena posisi tersebut paling dekat dengan bukaan antara dinding dengan atap dan mendapat cahaya yang masuk secara diagonal dari posisi pintu. Jika dibandingkan dengan nilai iluminasi, kondisi eksisting PE dan PL-WWR10% menunjukkan terdapat beberapa titik yang memenuhi standart karena standart nilai DF jika dikonversikan menjadi nilai iluminasi akan lebih rendah pada nilai iluminasi di luar bangunan 10.000 lux. Pada PP-AA-pintu di TUS 1.2 tidak memenuhi standart karena memiliki persyaratan DF lebih tinggi yaitu 2%. Selain itu titik ini berjarak paling dekat dengan jendela di sisi kanan bangunan, sedangkan pada sisi kanan bangunan terdapat obstruksi yang berjarak 2-3 m sehingga menghalangi cahaya alami yang masuk pada kedalaman yang dekat dengan jendela yang membutuhkan cahaya langsung lebih dominan dibandingkan dengan cahaya pantul dari langit maupun obstruksi.

Pengkondisian yang dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas di ruang Bilik 1 (besar) adalah dengan meningkatkan WWR 20% dan 30% dengan posisi tetap atau dengan

menurunkan posisi hingga ambang atas pintu jika WWR 20%.

### C. Ruang Bilik 2 (sedang)

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart nilai daylight factor pada ruang Bilik 2 (sedang) terdapat pada tabel 5.16 dengan standart DF yang sama dengan ruang Bilik 1 yaitu pada ruang tidur minimal sebesar 1% dan dapur minimal sebesar 2% (Littlefair, 2001).

Tabel 5.16 Pemenuhan standart nilai daylight factor pada ruang Bilik 2 (sedang)

	Simulasi	TUU 1 kamar	TUS 1.1 Dapur	TUS 1.2 Kamar	TUU 2 Kamar	TUU 2.1 Kamar	TUU 2.2 Kamar
	PE / Eksisting	0,90 (X)	0,53 (X)	0,76 (X)	0,90 (X)	0,98 (X)	0,82 (X)
Luas	PL WWR 10%	1,08 (V)	1,01 (X)	1,05 (V)	1,08 (V)	0,98 (X)	0,90 (X)
	PL WWR 20%	2,36 (V)	2,22 (V)	2,03 (V)	2,36 (V)	2,29 (V)	1,57 (V)
	PL WWR 30%	4,94 (V)	4,22 (V)	4,23 (V)	4,94 (V)	4,04 (V)	4,08 (V)
Posisi	PP AB Pintu	2,24 (V)	2,70 (V)	2,22 (V)	2,24 (V)	1,72 (V)	2,49 (V)
	PP AA Pintu	1,88 (V)	4,55 (V)	2,23 (V)	1,88 (V)	1,18 (V)	4,54 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

■ memenuhi standart □ tidak mencapai standart

lebih banyak yaitu 4 pengkondisian jika dibandingkan dengan Laras-Pematang dan Bilik 1 yang hanya 3 pengkondisian. Pada konsisi eksisting secara keseluruhan titik ukur tidak ada yang mencapai standart. Sedangkan pada PL-WWR10% terdapat 3 titik ukur yaitu TUU 1, TUS 1.2 dan TUU 2 yang memenuhi standart. Meskipun memiliki obstruksi pada bagian luar bangunan yaitu di samping kiri ruangan sama dengan ruang Bilik 1, tetapi ada beberapa titik yang memebuhi standart karena persyaratan standart pada titik ukur tersebut disesuaikan dengan fungsi kamar tidur dengan nilai standart rendah yaitu 1%. Sedangkan pada TUS 1.1 meskipun paling dekat dengan bukaan dan memiliki nilai DF 1,01%, tetapi tidak dapat memenuhi standart karena terkait fungsi pada sebagai dapur dengan minimal 2% nilai DF untuk melakukan aktivitas.

Pada ruang Bilik 2, pengkondisian yang dapat dijadikan rekomendasi untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas sebagai ruang tidur dan dapur adalah meningkatkan WWR 20% dan 30% posisi tetap atau menurunkan posisi hingga ambang atas pintu dan bidang kerja dengan WWR 20%.

### D. Ruang Bilik 3 (kecil)

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart nilai daylight factor



pada ruang Bilik 3 (kecil) terdapat pada tabel 5.17 yang sama dengan ruang Bilik 1 dan 2 dengan standart DF pada kamar tidur minimal 1% (Littlefair, 2001).

Tabel 5.17 Pemenuhan standart nilai daylight factor pada ruang Bilik 3 (kecil)

	Simulasi	TUU 1 kamar	TUS 1.1 kamar	TUS 1.2 kamar
	PE / Eksisting	0,87 (X)	0,92 (X)	1,07 (V)
Luas	PL WWR 10%	0,98 (V)	1,17 (V)	1,16 (V)
	PL WWR 20%	2,35 (V)	2,48 (V)	2,28 (V)
	PL WWR 30%	4,26 (V)	3,08 (V)	3,51 (V)
posisi	PP AB Pintu	2,84 (V)	3,81 (V)	3,56 (V)
	PP AA Pintu	2,40 (V)	2,37 (V)	2,68 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

■ memenuhi standart □ tidak mencapai standart

Kinerja pencahayaan alami jika ditinjau dari standart DF pada ruang Bilik 3 (kecil) secara keseluruhan dapat memenuhi standart terkait fungsi ruang sebagai ruang tidur. Hal ini dikarenakan ruang Bilik 3 memiliki luas lantai yang paling kecil sehingga dapat menerima cahaya alami yang masuk secara maksimal. Selain itu, fungsi ruang sebagai ruang tidur juga membutuhkan persyaratan nilai DF yang rendah yaitu 1%. Meskipun demikian, pada kondisi eksisting, TUU 1 dan TUS 1.1 tidak memenuhi standart karena posisi ukur yagn lebih jauh dari bukaan jika dibandingkan dengan TUS 1.2 yang hanya berjarak 1m dari bukaan.

Pengkondisian yang dapat dijadikan sebagai rekomendasi pada Bilik 3 paling banyak jika dibandingkan dengan ruang yang lainnya yaitu 4 pengkondisian. Rekomendasi pengkondisian untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas sebagai ruang tidur pada ruang Bilik 3 adalah dengan meningkatkan WWR 20% dan 30% dengan posisi tetap atau menu runkanposisi hingga ambang atas pintu dan bidang kerja dengan WWR 20%.

Secara keseluruhan tipe pengkondisian yang memenuhi standart DF lebih banyak jika dibandingkan dengan nilai iluminasi karena tidak terdapat rentang nilai seperti nilai iluminasi, sehingga tidak ada yang melebihi standart. Namun, nilai DF yang besar perlu ditinjau berdasarkan standart distribusi sehingga tidak menimbulkan potensi ketidaknyamanan visual.

#### 5.4.3 Pemenuhan Berdasarkan Distribusi Pencahayaan Alami

Distribusi pencahayaan alami terkait uniformity ratio menggunakan 2

standart yaitu standart 1 dengan kriteria 40% dari ruangan memiliki nilai iluminasi sesuai standart (Ander, 1995) dan standart 2 dengan kriteria perbandingan nilai minimum dan rata-rata DF adalah 1:3 (Steffy,2002). Standart 1 berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ander (1995) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar area yang memenuhi standart DF sesuai fungsi ruang untuk beraktivitas. Meskipun pada titik TUU dan TUS telah memenuhi standart, tetapi perlu ditinjau persebaran dan distribusi pada keseluruhan ruangan apakah sebagian besar ruangan tersebut telah memenuhi standart dan dikatakan baik jika minimal 40% dari luas ruang telah memenuhi standart DF. Sedangkan standart 2 berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Steffy (2002) bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat potensi kontras yang dapat mengganggu kenyamanan visual dari perbandingan nilai minimum dan rata-rata maksimal 1:3. Berikut adalah distribusi pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padang :

#### A. Ruang Laras dan Pematang

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart distribusi ruang Laras-Pematang terdapat pada tabel 5.18.

Tabel 5.18 Pemenuhan standart distribusi pada ruang Laras-Pematang

	Simulasi	Min	Max	Rata-rata	Standart 1 (40%)	Standart 2 (1:3)
	PE / Eksisting	0,10	2,70	1,42	12,8% (X)	1:14,2 (X)
Luas	PL WWR 10%	0,28	2,72	1,5	14,4% (X)	1:5,36 (X)
	PL WWR 20%	0,77	3,15	1,96	63,2% (V)	1:2,54 (V)
	PL WWR 30%	1,02	5,94	2,46	94,4% (V)	1:2,58 (V)
Posisi	PP AB Pintu	0,60	6,86	3,13	80,8% (V)	1:3,12 (X)
	PP AA Pintu	0,51	5,44	2,46	53,6% (V)	1:5,82 (X)

Keterangan : V (warna kuning) = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

Pemenuhan standart distribusi pencahayaan alami yang dapat memenuhi standart 1 dan 2 dicapai pada PL-WWR20% dan PL-WWR30%. Standart 1 dipenuhi oleh PL-WWR20%, PL-WWR30%, PP-AB-pintu dan PP-AA-pintu AB. Sedangkan standart 2 hanya dipenuhi oleh PL-WWR20% dan PL-WWR30%.

Kondisi yang paling baik untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas penghuni adalah kondisi PL-WWR20% dan PL-WWR30% dengan minimal luasan bukaan memiliki WWR 20% dan posisi tidak diturunkan.

## B. Ruang Bilik 1 (besar)

Terdapat 2 pembagian ruang sebagai fungsi dapur dengan luas 10,1 m<sup>2</sup> dan fungsi tempat tidur dengan luas 31,2 m<sup>2</sup>. Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart distribusi ruang Laras-Pematang terdapat pada tabel 5.19.

Tabel 5.19 Pemenuhan standart distribusi pada ruang Bilik 1 (besar)

	Simulasi	Min	Max	Rata-rata	Standart 1 (40%)	Standart 2 (1:3)
	PE / Eksisting	0,21	1,93	1,07	5% (X)	1:5,09 (X)
Luas	PL WWR 10%	0,28	2,03	1,16	12% (X)	1:4,14 (X)
	PL WWR 20%	0,62	4,36	1,65	60% (V)	1:2,66 (V)
	PL WWR 30%	0,75	4,65	2,10	80% (V)	1:3,86 (X)
Posisi	PP AB Pintu	0,98	12,00	3,56	75% (V)	1: 2,8 (V)
	PP AA Pintu	0,77	12,10	3,78	82,5% (V)	1:4,78 (X)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

Pada ruang Bilik 1 dicapai pada PL-WWR20% dan PP-AB-pintu. Standart 1 dipenuhi pengkondisian yang sama dengan ruang Laras-Pematang yaitu PL-WWR20% dan PP-AA-pintu. Sedangkan standart 2 hanya dipenuhi oleh PL-WWR20% dan PP-AB-pintu. Kondisi yang paling baik untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas penghuni pada ruang Bilik 1 adalah kondisi PL-WWR20% dan PP-AB-PINTU dengan WWR 20% dan posisi ambang atas tetap atau posisi ambang atas bukaan sejajar dengan ambang atas pintu.

## C. Ruang Bilik 2 (sedang)

Terdapat 2 pembagian ruang sebagai fungsi dapur dengan luas 10,1 m<sup>2</sup> dan fungsi tempat tidur dengan luas 9,89 m<sup>2</sup>. Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart distribusi ruang Bilik 2 terdapat pada tabel 5.20.

Tabel 5.20 Pemenuhan standart distribusi pada ruang Bilik 2 (sedang)

	Simulasi	Min	Max	Rata-rata	Standart 1 (40%)	Standart 2 (1:3)
	PE / Eksisting	0,12	1,20	0,66	8% (X)	1:5,50 (X)
Luas	PL WWR 10%	0,30	1,55	0,93	12% (X)	1:3,10 (X)
	PL WWR 20%	0,72	3,36	2,04	75% (V)	1:2,83 (V)
	PL WWR 30%	1,02	5,22	2,21	90% (V)	1:3,58 (X)
posisi	PP AB Pintu	0,91	7,41	3,25	80% (V)	1:2,17 (V)
	PP AA Pintu	0,73	5,82	2,95	85,0% (V)	1:4,04 (X)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

Bilik 2 memenuhi standart yang sama dengan Bilik 1 terkait distribusi pencahayaan alami yaitu PL-WWR20% dan PP-AB-pintu ambang atas bukaan sejajar ambang atas pintu. Meskipun berada pada posisi yang berbeda, namun ruang Bilik 1 dan 2 memiliki beberapa karakteristik kesamaan yaitu dimensi ruang yang tidak terlalu besar seperti ruang Laras-Pematang dan tidak terlalu kecil seperti ruang Bilik 3, bentuk ruang yang tidak kompak (terdapat maju mundur dinding) sehingga mengakibatkan persentase bukaan lebih besar serta overhang atap dengan lebar 30cm. Perbedaannya adalah ruang Bilik 1 mencapai distribusi yang tidak merata pada pagi hari karena orientasi Bilik 1 menghadap timur laut dan mendapatkan cahaya alami langsung dari matahari yang condong ke timur yang mengakibatkan adanya perbedaan nilai iluminasi yang signifikan antara area yang dekat dengan bukaan dengan area yang jauh dari bukaan. Sedangkan Bilik 2 mencapai distribusi yang tidak merata pada sore hari karena menghadap barat daya dan mendapat cahaya alami langsung ketika matahari condong ke barat.

Pemenuhan standart distribusi pencahayaan alami yang dapat memenuhi standart 1 dan 2 pada ruang Bilik 1 berbeda dengan ruang Laras-Pematang. pada ruang Bilik 1 dicapai pada PL-WWR20% dan PP-AB-pintu ambang atas bukaan sejajar ambang atas pintu. Standart 1 dipenuhi pengkondisian yang sama dengan ruang Laras-Pematang yaitu PL-WWR20% hingga PP-AA-pintu. Sedangkan standart 2 hanya dipenuhi oleh PL-WWR20% dan PP-AB-pintu.

Kondisi yang paling baik untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai aktivitas penghuni masa kini pada ruang Bilik 2 (sedang) sama dengan Bilik 1 yaitu kondisi PL-WWR20% dan PP-AB-pintu dengan WWR 20% dan posisi ambang atas tetap atau posisi ambang atas bukaan sejajar dengan ambang atas pintu yaitu pada ketinggian 1,7m.

#### **D. Ruang Bilik 3 (kecil)**

Pemenuhan pencahayaan alami berdasarkan standart distribusi ruang Laras-Pematang terdapat pada tabel 5.21.

Tabel 5.21 Pemenuhan standart distribusi pada ruang Bilik 3 (kecil)

	Simulasi	Min	Max	Rata-rata	Standart 1 (40%)	Standart 2 (1:3)
	PE / Eksisting	0,39	1,25	0,82	2% (X)	1:3,10 (V)

luas	PL WWR 10%	0,52	1,44	1,12	5%(X)	1:3,15 (V)
	PL WWR 20%	0,98	4,35	2,16	86% (V)	1:2,2 (V)
	PL WWR 30%	2,02	8,26	3,12	100% (V)	1:1,55 (V)
posisi	PP AB Pintu	1,70	9,56	4,13	100% (V)	1:2,42 (V)
	PP AA Pintu	3,02	7,68	5,15	100% (V)	1:1,71 (V)

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart

Berbeda dengan ke 3 ruang sebelumnya yang hanya mencapai standart pada 2 pengkondisian, pada ruang Bilik 3 mencapai standart pada 4 pengkondisian yaitu PL-WWR20%, PL-WWR30%, PP-AB-pintu dan P2-V3. Pada PL-WWR30%, PP-AB-pintu dan PP-AA-pintu bahkan dapat memenuhi standart DF di semua titik yaitu mencapai 100% dari keseluruhan luas lantai.

#### 5.4.4 Kesimpulan Pemenuhan Pencahayaan Alami Berdasarkan Standart

Kondisi eksisting tidak dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan alami sesuai standart jika rumah Adat Balai Padang difungsikan ebagai hunian sesuai aktivitas penghuni masa kini. Rekomendasi pengkondisian dalam tabel 5.23.



Berdasarkan tabel 5.23 dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengkondisian yang dapat memenuhi ke 4 standart secara bersama-sama pada semua ruang. Ruang Laras-Pematang dapat memenuhi ke 4 standart pada PL-WWR30% dan dapat memenuhi 3 dari 4 standart pada PP-AB-pintu. Ruang Bilik 1 (besar) tidak ada yang dapat memenuhi ke 4 standart, hanya dapat memenuhi 3 standart yaitu pada PL-WWR20%, PL-WWR30% dan PP-AB-pintu. Ruang Bilik 2 (sedang) menunjukkan kinerja terbaik dengan memenuhi ke 4 standart pada 2 pengkondisian yaitu PL-WWR20% dan PP-AB-pintu. Ruang Bilik 3 dapat memenuhi 4 standart pada pengkondisian PL-WWR20% dan juga dapat memenuhi 3 standart pada pengkondisian PL-WWR30%, PP-AB-pintu dan PP-AA-pintu.

Jika ruang yang diukur dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian berdasarkan dimensi luasnya, maka dapat dikelompokkan menjadi ruang yang berdimensi besar dan dalam yaitu ruang Laras-Pematang dan ruang yang berdimensi kecil yaitu ruang Bilik 1, 2 dan 3. Pada ruang yang berdimensi besar, pengkondisian terbaik dilakukan dengan meningkatkan WWR mencapai 30%.

Sedangkan pada ruang yang berdimensi kecil, pengkondisian terbaik dilakukan dengan meningkatkan WWR mencapai 20% dengan posisi tetap atau posisi ketinggian diturunkan hingga ambang atas pintu.

Tabel 5.22 Rekomendasi Pengkondisian yang memenuhi standart pada tiap ruang

RUANG	STANDART	PEMENUHAN TERHADAP STANDART					
		PE	PL wwr10%	PL wwr20%	PL wwr30%	PP AB-pintu	PP AA-pintu
Laras- Pematang	Iluminasi	X	X	X	V	V	X
	Daylight factor	X	X	X	V	V	V
	Distribusi 40%	X	X	V	V	V	V
	Distribusi 1:3	X	X	V	V	X	X
	Rekomendasi Pengkondisian : PL-WWR30%						
Bilik 1 (besar)	Iluminasi	X	X	X	V	X	X
	Daylight factor	X	X	V	V	V	X
	Distribusi 40%	X	X	V	V	V	V
	Distribusi 1:3	X	X	V	X	V	X
	Rekomendasi Pengkondisian : PL-WWR20%, PL-WWR30%, PP-AB-pintu						
Bilik 2 (sedang)	Iluminasi	X	X	V	X	V	X
	Daylight factor	X	X	V	V	V	V
	Distribusi 40%	X	X	V	V	V	V
	Distribusi 1:3	X	X	V	X	V	X
	Rekomendasi Pengkondisian : PL-WWR20%, PP-AB-pintu						
Bilik 3 (kecil)	Iluminasi	X	X	V	X	X	X
	Daylight factor	X	X	V	V	V	V
	Distribusi 40%	X	X	V	V	V	V
	Distribusi 1:3	X	X	V	V	V	V
	Rekomendasi Pengkondisian : PL-WWR10%						
REKOMENDASI KESELURUHAN :							
PL-WWR30% untuk ruang Laras-Pematang yang berdimensi besar							
PL-WWR20% atau PP-AB-pintu untuk ruang Bilik 1, 2, 3 yang berdimensi tidak terlalu besar							

Keterangan : V = memenuhi standart dan X = tidak memenuhi standart  
 memenuhi 4 standart  hanya mencapai 3 standart

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

##### 6.1.1 Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Adat Balai Padang dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padaang di Kalimantan Selatan sangat buruk. Hal ini ditinjau dari rendahnya nilai iluminasi, daylight factor dan distribusi cahaya alami di dalam bangunan yang secara keseluruhan pada 3 hari pengukuran di lapangan pagi, siang dan sore hari tidak memenuhi standart. Meskipun nilai iluminasi di luar bangunan sangat besar mencapai 100.000 lux, tetapi nilai iluminasi di dalam bangunan sangat kecil mencapai 1 lux atau 0 lux pada beberap titik yang jauh dari bukaan. Secara keseluruhan pada ruang Laras-Pematang, Bilik 1 (besar), Bilik 2 (sedang) dan Bilik 3 (kecil), rata-rata nilai iluminasi 120-250 lux, DF 1-2%, nilai distribusi persentase area yang memenuhi standart DF minimal 40% dan nilai distribusi perbandingan nilai iluminasi minimum : rata-rata maksimum 1:3.

Terdapat 3 faktor yang mempengaruhi tingginya nilai iluminasi di luar bangunan yaitu posisi matahari, ketinggian dari permukaan laut dan *cloud cover*. Obyek berada di 2°LS di sebelah selatan dekat katulistiwa dan posisi matahari pada saat pengukuran di lapangan pada bulan Agustus berada di utara katulistiwa. Posisi pengukuran di sisi utara bangunan mengakibatkan alat ukur mendapatkan pencahayaan alami secara langsung dari matahari. Hal ini sesuai dengan pola pergerakan matahari yang dikemukakan oleh Lechner (2009). Selain itu juga posisi geografis obyek terletak di daerah pegunungan dengan ketinggian +450m dari permukaan laut sehingga semakin dekat jaraknya dengan matahari. Tingginya nilai iluminasi pada pagi, siang dan sore hari selama 3 hari juga didominasi oleh kondisi *cloud cover* yang sangat minim yaitu pada pagi atau sore hari 40-60% dan

pada siang hari 0-10% pada 3 hari pengukuran. Hal ini sesuai dengan tipe kondisi langit yang dikemukakan oleh Ander (1995).

Terdapat 6 faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai iluminasi di dalam bangunan yaitu obstruksi lingkungan sekitar, bentuk dan dimensi bangunan, overhang atap, reflektansi material, luasan dan posisi bukaan. Obstruksi lingkungan meliputi bangunan dengan tinggi 6m tetapi hanya berjarak 0,4-1m di samping kiri bangunan dan 2-3m di samping kanan bangunan serta pohon hutan yang tinggi di bagian belakang bangunan sehingga menghalangi masuknya cahaya alami. Adanya obstruksi yang menghalangi masuknya cahaya alami sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ander (1995). Bentuk dan dimensi bangunan yang besar dan memiliki kedalaman hingga 12m dari bukaan efektif, sehingga cahaya alami tidak dapat menjangkau seluruh area terutama pada kedalaman tertentu sesuai dengan yang dikemukakan oleh Lechner (2009) terkait dimensi ruangan dan Evans (1981) terkait kedalaman ruang.

Overhang atap pada bagian depan memiliki dimensi yang lebar yaitu 3m dan overhang atap di sisi samping kanan-kiri dan belakang bangunan memiliki dimensi yang pendek yaitu 0,3m. Overhang panjang di sisi depan menutupi bukaan yang berdimensi besar 80cm, sedangkan overhang pendek di sisi samping kanan-kiri dan belakang menutupi bukaan yang berdimensi kecil 10-15cm karena terletak berhimpitan antara bukaan dan overhang atap. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Evans (1981) jika overhang dapat mengurangi cahaya alami yang masuk dengan tipe overhang miring dapat mengurangi lebih besar seperti yang dikemukakan oleh Prianto (2013) serta rasio panjang overhang : tinggi bukaan tidak mencapai 1:1,2 sehingga secara keseluruhan bukaan pada rumah Balai tertutupi oleh overhang seperti yang dikemukakan oleh Indrani (2008).

Reflektansi material di dalam bangunan tidak dapat memungkinkan adanya distribusi dan pemantulan cahaya alami di dalam bangunan secara maksimal sesuai dengan yang dikemukakan oleh Lechner (2009) karena bangunan memiliki material kayu dan bambu berwarna coklat gelap dengan reflektansi 5-10% atau kurang. Penggunaan material reflektansi rendah terdapat pada dinding lantai dan plafond, sehingga terdapat potensi penurunan kinerja pencahayaan alami melebihi 51% sesuai yang dikemukakan oleh Evans (1988).



Cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal karena luasan bukaan sangat minimum dengan WWR kurang dari 20% yang tidak sesuai dengan rekomendasi penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Urasa (1998) yang juga dilakukan oleh Indrani (2008) yang merekomendasikan WWR minimum adalah 20%. Cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal juga karena dipengaruhi oleh posisi bukaan yang tinggi dari lantai dengan ambang bawah 1,7m jauh dari bidang kerja 0,75-1m. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) yang merekomendasikan posisi bukaan efektif pada ketinggian bidang kerja. Selain itu dengan posisi yang tinggi, maka secara keseluruhan bukaan terbayangi oleh overhang seperti pada kesimpulan overhang diatas yang menghalangi cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan.

#### **6.1.2 Pengaruh Perubahan Luas Bukaan**

Meningkatkan luas bukaan memberikan pengaruh terhadap kinerja pencahayaan alami sesuai dengan teori luas bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998). Jika luas bukaan diperbesar dari WWR 10%, WWR 20% dan WWR 30% maka kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan semakin baik.

Peningkatan kinerja pencahayaan alami ditinjau dari nilai iluminasi, DF dan distribusi efektif didapatkan pada peningkatan WWR 20% (PL-WWR20%). Jika WWR kurang dari 20% maka ada beberapa ruangan yang tidak memenuhi standart untuk beraktivitas dan jika WWR lebih dari 20% (PL-WWR30%) maka akan melebihi standart yang juga akan menimbulkan ketidaknyamanan visual. Hal ini sesuai dengan rekomendasi bukaan efektif pada WWR 20% pada penelitian yang dilakukan oleh Urasa (1998) dan Indrani (2008).

Peningkatan luas bukaan dapat meningkatkan nilai iluminasi dengan nilai terendah 21 lux hingga 377 lux, meningkatkan nilai DF dengan nilai terendah 0,21% hingga tertinggi 3,77% dibandingkan dengan eksisting, meningkatkan persentase area yang terdistribusi DF yang memenuhi standart dengan nilai terendah 1,6% hingga tertinggi 98% dibandingkan dengan eksisting dan menurunkan perbandingan distribusi DF mencapai 1:3.

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan terkait peningkatan luas bukaan yaitu obstruksi, overhang, bentuk dan dimensi ruangan. Obstruksi

memiliki dampak negatif mengurangi cahaya yang masuk sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ander (1995). Namun pada bukaan dengan rasio panjang overhang : tinggi bukaan tidak mencapai 1:1,2, obstruksi berperan dalam meningkatkan pantulan ERC untuk memasukkan cahaya alami ke dalam bukaan yang tertutupi overhang seperti pada Bilik 1 dan 2.

Terkait overhang, peningkatan luas bukaan tidak selalu merekomendasikan 20%. Pada beberapa ruangan didapat kondisi terbaik kurang atau lebih dari 20%. Pada ruang yang terdapat overhang, peningkatan WWR harus melihat apakah luas bukaan yang ditingkatkan masih terbayangi oleh overhang dengan rasio 1:1,2 atau tidak seperti rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008). Meskipun sudah mencapai 20%, tetapi jika masih belum mencapai rasio 1:1,2 maka luas bukaan perlu ditingkatkan lagi begitu pula sebaliknya karena cahaya alami tidak dapat masuk dengan maksimal.

Terkait dimensi ruang, peningkatan luas bukaan di ruang yang berdimensi besar seperti Laras-Pematang atau Bilik 1 tidak signifikan jika dibandingkan peningkatan bukaan di ruang yang berdimensi kecil seperti Bilik 2 atau 3. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Lechner (2009) yaitu ruang yang berdimensi besar dapat menurunkan nilai DF dan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan serta yang dikemukakan oleh Evans (1981) yaitu semakin dalam suatu ruang maka nilai DF dan distribusi pencahayaan alami semakin menurun.

### **6.1.3 Pengaruh Perubahan Posisi Bukaan**

Menurunkan posisi bukaan yaitu dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dengan meningkatkan nilai iluminasi dan DF, memperbesar persentase distribusi dan menurunkan perbandingan DF minimum dan rata-rata. Hal ini sesuai dengan teori posisi bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998) yaitu dengan mengubah posisi bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami.

Penurunan posisi bukaan PP-AB-pintu yaitu ambang bawah bukaan diturunkan hingga sejajar ambang atas pintu 1,7 m dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dengan meningkatkan nilai iluminasi dengan nilai terendah 10 lux hingga 225 lux, meningkatkan nilai DF dengan nilai terendah 0,1% hingga tertinggi 2,25%, meningkatkan persentase area yang terdistribusi DF yang

memenuhi standart dengan nilai terendah 4% hingga tertinggi 20% dan menurunkan perbandingan distribusi DF mencapai 1:2,25 dibandingkan dengan base case PL-WWR20%.

Penurunan posisi bukaan yang terlalu rendah PP-AA-pintu yaitu ambang atas bukaan diturunkan hingga sejajar ambang atas pintu dan ambang bawah bukaan mencapai bidang kerja akan terjadi penurunan kinerja pencahayaan alami. Hal ini tidak sesuai dengan rekomendasi oleh Wirawan (2007) dan Indrani (2008) yang merekomendasikan penurunan bukaan hingga sampai bidang kerja. Hal ini dikarenakan pada penelitian sebelumnya menggunakan tipe bukaan vertikal, sedangkan bukaan pada rumah Adat Balai Padang merupakan tipe bukaan horizontal yang memanjang dari ujung ke ujung dinding. Selain itu, penurunan posisi bukaan juga harus memperhatikan pembayangan dari overhang minimal rasio panjang overhang : tinggi bukaan yaitu 1:1,2 seperti yang direkomendasikan oleh Indrani (2008). Meskipun penurunan bukaan tidak terlalu rendah sampai bidang kerja tetapi jika sudah melebihi rasio tersebut, maka penurunan bukaan menjadi efektif ditandai dengan meningkatnya kinerja pencahayaan alami.

Penurunan posisi bukaan yang terlalu rendah hingga bidang kerja perlu memperhatikan obstruksi seperti pada ruang Bilik 1 dan 2 karena dapat mengurangi cahaya alami yang masuk. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Ander (1995) bahwa obstruksi dapat menghalangi cahaya yang masuk melalui bukaan serta sudut pandang vertikal minimal yang direkomendasikan antara bukaan dan obstruksi adalah  $25^{\circ}$  (Littlefair, 2001). Pada ruang Laras-Pematang dan Bilik 3 meskipun posisi bukaan diturunkan hingga bidang kerja namun tetap memiliki kinerja pencahayaan alami yang baik karena tidak terdapat obstruksi di depan bukaan. Selain itu, penurunan posisi bukaan hingga bidang kerja tidak efektif karena tidak dapat menjangkau area lebih dalam sesuai penelitian Evans (1981) terutama pada ruang Laras-Pematang yang memiliki dimensi ruang yang besar mencapai  $140 \text{ m}^2$  dengan kedalaman mencapai 14m tetapi hanya memiliki bukaan pada 1 sisi dinding yang mendapatkan akses cahaya alami langsung dari luar bangunan.

#### **6.1.4 Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Aktivitas Masa Kini**

Kondisi eksisting dari hasil pengukuran lapangan tidak dapat memenuhi standart kebutuhan pencahayaan alami yaitu nilai iluminasi yang rendah, nilai DF yang rendah serta distribusi pencahayaan alami tidak mencapai 40% luas ruangan dan melebihi perbandingan DF minimum : rata-rata yaitu 1:3. Hal ini dikarenakan luas bukaan yang minim dan posisi bukaan yang tinggi tertutup oleh overhang dibandingkan dengan luas ruangan yang besar dan dalam.

Kinerja pencahayaan alami terbaik yang memenuhi standart didapatkan pada PL-WWR20% sesuai dengan rekomendasi bukaan pada penelitian yang dilakukan oleh Urusa (1998) dan Indrani (2008) atau PP-AB-pintu sesuai dengan rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) yang memperhatikan posisi bukaan terkait rasio panjang overhang : tinggi bukaan sudah melebihi 1:1,2 yang direkomendasikan oleh Indrani (2008).

Peningkatan kinerja pencahayaan alami tersebut merupakan rekomendasi secara umum dalam 1 bangunan. Peningkatan kinerja pencahayaan alami juga direkomendasikan tiap ruang karena memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Laras-Pematang adalah PL-WWR30%. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Bilik 1 adalah PL-WWR20%, PL-WWR20% atau PP-AB-pintu. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Bilik 2 adalah PL-WWR20% dan PP-AB-pintu. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Bilik 3 adalah PL-WWR10%. Dari rekomendasi diatas dapat dikelompokkan menjadi 2 ruangan berdasarkan dimensinya yaitu ruangan berdimensi besar, dalam dan terletak di tengah bangunan yaitu ruang Laras-Pematang dan ruangan berdimensi kecil dan terletak di selubung bangunan yaitu ruang Bilik 1, 2 dan 3. Pada ruang berdimensi besar, rekomendasi perubahan terbaik adalah PL-WWR30%, sedangkan pada ruang berdimensi kecil, rekomendasi perubahan terbaik adalah PL-WWR20% atau PP-AB-pintu.

## **6.2 Saran**

### **6.2.1 Aspek Teoritis**

Penelitian ini hanya fokus pada pengaruh luas dan posisi bukaan saja. Pada penelitian selanjutnya dapat dikaji pula bagaimana pengaruh variabel lain yang berpengaruh, tetapi pada penelitian ini dijadikan sebagai variabel kontrol yaitu pengaruh bentuk dan dimensi bangunan, orientasi, obstruksi, overhang dan reflektansi material. Hasil penelitian tersebut sangat berguna sebagai pedoman dalam mendesain rumah Adat Balai Padang maupun Balai Adat lainnya serta bangunan di daerah tropis yang memiliki karakteristik yang sama.

Untuk penelitian lebih lanjut terkait luas dan posisi bukaan dapat dilakukan pada aspek pergantian bukaan antara dinding dengan atap menjadi jendela, lightshelf, clerestories atau menggunakan toplighting agar dapat mengakomodasi cahaya alami di tengah bangunan yang sulit dijangkau oleh bukaan samping dan untuk mengetahui perbandingannya bila menggunakan bukaan antara dinding dengan atap. Tentu saja hal ini harus memperhatikan kaidah-kaidah pada rumah Adat Balai Padang menurut ketua suku dan masyarakat setempat. Selain itu, dapat pula dilakukan optimasi terkait luas dan posisi yang paling optimum terkait permasalahan nilai iluminasi di luar bangunan tinggi tetapi nilai iluminasi di dalam sangat rendah.

Pada penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yaitu waktu pengukuran lapangan hanya dilakukan 3 hari pada musim kemarau di bulan Agustus serta dan pemodelan bangunan pada simulasi komputer hanya dilakukan pada 1 hari dan 1 waktu pada pukul 12.00. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengukuran lapangan dan simulasi komputer dengan waktu yang lebih lama agar didapatkan hasil yang lebih mewakili kondisi baik tahunan maupun harian. Selain itu, pemodelan bangunan terdapat banyak penyederhanaan yaitu menghilangkan celah-celah pada dinding dan lantai, menghilangkan bentuk panggung dan menghilangkan perabot upacara di tengah ruang Pematang. penyederhanaan ini tentunya dapat lebih meningkatkan atau menurunkan kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan, sehingga dapat dilakukan penelitian serupa dengan

pemodelan yang lebih kompleks agar selisih antara pengukuran lapangan dan simulasi tidak terlalu besar.

### **6.2.2 Aspek Praktis**

Pada rumah Adat Balai Padang, jika nantinya dilakukan perbaikan dan difungsikan kembali sebagai rumah tinggal, maka luasan bukaan perlu dilakukan 2 perbaikan pada bukaan agar dapat memenuhi standart pencahayaan alami untuk aktivitas pada pagi hingga sore hari. Perbaikan pertama adalah meningkatkan bukaan mencapai 20% hingga 30% dari total luas dinding. Perbaikan kedua adalah menurunkan posisi ambang atas tepat pada ketinggian ambang atas pintu 1,7m dan ambang bawah berkisar antara 1,2-1,4m dari atas lantai di seluruh permukaan dinding. Terdapat 2 jenis dinding yaitu dinding luar yang terletak di selubung terluar bangunan dan dinding dalam yang membatasi ruang Laras dan Bilik. Rekomendasi yang disarankan adalah menurunkan posisi bukaan pada dinding luar karena penelitian ini hanya mengacu pada dinding luar. Selain itu, penurunan pada dinding dalam juga dapat mempengaruhi ke-*privacy*-an pada ruang Bilik sebagai ruang tidur. Pada bukaan terdapat sekat bambu atau kayu untuk menghalangi hewan atau orang yang masuk melalui bukaan. Jika tidak memungkinkan untuk dilakukan perubahan terkait luas bukaan, maka luas bukaan dapat dicapai dengan menghilangkan sekat kayu atau bambu dan diganti dengan kawat seperti pada bukaan pada ruang Laras-Pematang yang berada pada dinding sisi depan bangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ander, Gregg D ,(1995), *Daylighting Performance and Design*, John Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Baker, Nick, (2001), *Climate Responsive Architecture, A Design Handbook for energy Efficient Buildings*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Egan, M.David dan Olgay, Victor W, (2002), *Architectural Lighting*, Second Edition, McGraw-Hill Company, NewYork.
- Enno, Abel, (1994), *Low-Energy Building*, Energy and Building Science Journal Volume 21, Elsevier Science S.A.
- Erwindi, Collinthia, (2006), *Kajian Kualitas Pencahayaan Alam dalam Hunian Vernakular dan Modern di Indonesia*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Evans, Benjamin H, AIA, (1981), *Daylight in Architecture*, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Frick, Heinz, ardiyanto, Antonius, Darmawan, AMS, (2008), *Ilmu Fisika Bangunan: Pengantar Pemahaman Cahaya, Kalor, Kelembaban, Iklim, Gempa Bumi, Bunyi dan Kebakaran*, Kanisius, Yogyakarta.
- Groat L. and Wang D, (2002), *Architectural Research Methods*. John Willey and Sons Inc. Canada, USA.
- Indrani, Hedy C, (2008), *Kinerja Penerangan Alam pada Hunian Rumah Susun Dupak Bangunrejo Surabaya*. Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Koenigsberger dkk, (1973), *Manual of Tropical Housing and Building*. Bombay: Orient Longman, India.
- Krishan, Arvin Dkk, (2001), *Climate Responsive Architecture : A Design Handbook for Energy Efficient Buildings*. Tata McGraw Hill.

- Lam, William M.C, (1986), *Sunlighting as Formgiver for Architecture*, Van Nostrad Reinhold Company, New York.
- Lauber, Wolfgang, (2005), *Tropical architecture*, Prestel, New York.
- Lechner, Nobert, (2001), *Heating, Cooling, Lighting : Design Methods for Architect*, John Wiley & Sons, Canada.
- Lechner, Nobert, (2009), *Heating, Cooling, Lighting, Sustainable Design Methods for Architects*, Prestel, New York.
- Littlefair, P, (2001), *Daylight, Sunlight and Solar Gain in The Urban Environment*, Vol. 70.3, hal 177-185.
- Littlefair, P, (2002), *Daylight Prediction in Atrium Buildings*, Vol. 73.2, hal 105-109.
- Majoros, Andras, (1998), *Daylighting, Passive and Low Energy Architecture International in Assocoation with Department of Architecture*, The University of Queensland, Brisbane.
- Mangunwijaya, Y.B, (1994), *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Mazloomi, Mehrdad, (2010), *Horizontal Distribution of Daylight Factor with Reference to Window Wall Ratio in Pendentive Dome Buildings in Tropics, Case of Kuala Lumpur*, Vol. 10, hal 1247-1254.
- Moore, Fuller, (1993), *Environmental Control System; Heating Cooling Lighting*, McGra-Hill, Inc, USA.
- Muchamad, Bani Noor dkk. (2007). *Anatomi Rumah Balai Adat*. Universitas Lambu Mangkurat dan Pustaka Banua, Banjarmasin.
- Mustika, Ni Wayan Meidayanti, (2010), *Optimasi Pencahayaan Alami untuk Efisiensi Energi pada Rumah Susun dengan Konfigurasi Tower di Denpasar*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Prianto, E., & Suyono, B. 2013. *Simulasi Efisiensi Energi Listrik pada Bangunan Ber-Greenwall di Semarang*. Semarang: JAFT Undip.
- Satwiko, Prasato (2005), *Fisika Bangunan 1*, Andi, Yogyakarta.
- Seman, Syamsiar, (2001), *Arsitektur Tradisional Banjar Kalimantan Selatan*, Ikatan arsitek Indonesia Daerah Kalimantan Selatan.



- Setyaningrum, (2014), *Optimalisasi Kuantitas Pencahayaan Alami Melalui Pengaturan Pola Konfigurasi Bangunan pada Permukiman Padat di Surabaya*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- SNI 03-2396-2001 (2001), *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada bangunan Gedung*, Diunduh dari [www.ciptakarya.pu.go.id](http://www.ciptakarya.pu.go.id)
- SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Pencahayaan di Tempat Kerja.
- Soegijanto, (1998), *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Steffy, Gary, (2002), *Architectural Lighting Design*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Szokolay, S.V. (1980), *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*. The Construction Press, Lancaster.
- Szokolay, S.V. (2004), *Introduction to Architectural Science : The Basis for Sustainable Design 2nd Edition*. Architectural Press, London.
- Susanti, Eka, (2015), *Pengaruh Bukaian pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Betang di Kalimantan Tengah*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Syam, Syahriana dkk, (2013), *Pengaruh Bukaian Terhadap Pencahayaan Alami Bangunan Tropis di Indonesia*, Proceeding Group Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin Vol 7:Desember 2013,ISBN 878-878-127255-0-8.
- Urasa, (1998), *Passive Cooling and Daylighting in Hot-Humid Climates. The Association of Energy Engineers publications*, hal 17-1 – 17-2.
- W. Putrid dan Yuni Sri Wahyuni, Alrikagusti, (2012), *Kajian Awal Terhadap Kondisi Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas*, Jurnal Tesa Arsitektur, Vol.10, No.1 - Juni 2012, hal.52-61.
- W. Putrid dan Yuni Sri Wahyuni, Alrikagusti, (2012a), *Kajian Penggunaan Skylight Untuk Perbaikan Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas*, Jurnal Tesa Arsitektur, Vol.10, No.1- Desember 2012, hal.119-129.

Wirawan, Ratna Mulianingsih, (2007), *Bukaan yang Efektif Untuk Pencahayaan Alami pada Rumah Tinggai di daerah Tropis Lembab*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.

[www.lib.berkeley.edu/ENVI/Daylighting.html](http://www.lib.berkeley.edu/ENVI/Daylighting.html) (Diakses pada 22 Juni 2015)

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1. Penelitian Terdahulu Sebagai Orisinalitas Ide

PENELITIAN 1	
Judul	Kajian Awal Terhadap Kondisi Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas
Penulis	Alrikagusti W. Putri dan Yuni Sri Wahyuni
Tahun / Tempat	2012, Bangunan Tradisional Limas
Tujuan	Untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencahayaan alami beserta distribusinya pada ruangan rumah limas
Metodologi	Pengukuran lapangan dan metode eksperimen dengan teknik simulasi menggunakan <i>software Autodesk Ecotect Analysis versi 5.6</i>
Variabel Bebas	Desain ventilasi pada rumah limas
Variabel Terikat	Kuat dan distribusi pencahayaan alami
Populasi dan Sampel	Tidak dijelaskan populasi dan sampel yang dipilih serta lokasi dimana bangunan berada.
Koleksi Data	Data ruang, data iluminan dan DF serta data distribusi iluminasi
Analisis Data	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) dan <i>Unimormity</i> distribusi pencahayaan dalam ruang
Hasil	Hasil yang memenuhi standar maksimal 1/20 dari bentang. Pada beberapa titik terdapat iluminasi lebih besar dari standar. Terdapat masalah pada bagian tengah bangunan karena memiliki nilai iluminan yang kecil.
PENELITIAN 2	
Judul	Kajian Penggunaan Skylight untuk Perbaikan Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas
Penulis	Alrikagusti W. Putri dan Yuni Sri Wahyuni
Tahun / Tempat	2012, Bangunan Tradisional Limas
Tujuan	Melakukan optimasi pencahayaan alami pada ruang dalam rumah limas menggunakan skylight
Metodologi	Metode Eksperimen dan teknik simulasi menggunakan <i>software Autodesk Ecotect Analysis versi 5.6</i>
Variabel Bebas	Posisi, jumlah dan model skylight

Variabel Terikat	Iluminasi dan distribusi pencahayaan alami
Populasi dan Sampel	Tidak dijelaskan populasi dan sampel yang dipilih serta lokasi dimana bangunan berada.
Koleksi Data	Data yang didapatkan berdasarkan pengukuran lapangan menggunakan alat ukur dan hasil simulasi menggunakan software
Analisis Data	Analisa kinerja pencahayaan alami (DF) berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i> serta <i>Unimormity</i> distribusi pencahayaan berdasarkan hasil pengukuran pada 42 model <i>skylight</i>
Hasil	Berdasarkan 42 model Skylight yang dibuat, hasil paling optimal didapat pada skylight yang memiliki dimensi 4x6 dalam satuan genteng kaca atau memiliki persentase 4,8% terhadap luas atap.

### PENELITIAN 3

Judul	Horizontal Distribution of Daylight Factor with Reference to Window Wall Ratio in Pendentive Dome Buildings in Tropics, case of Kuala Lumpur
Penulis	Mehrdad Mazloomi
Tahun / Tempat	2010, Kuala Lumpur
Tujuan	Mengetahui pengaruh perubahan WWR terhadap kuantitas pencahayaan alami yang dinyatakan dalam DF
Metodologi	Metode Eksperimen dan teknik simulasi menggunakan <i>software Autodesk Ecotect Analysis versi 5.6</i>
Variabel Bebas	WWR dengan interval 0,1 sebanyak 5x
Variabel Terikat	Nilai DF secara horizontal
Populasi dan Sampel	Studi kasus bangunan Dome di Kuala Lumpur
Koleksi Data	Data yang didapatkan berdasarkan pengukuran lapangan menggunakan alat ukur dan hasil simulasi menggunakan software
Analisis Data	Analisis hasil simulasi dan analisis pengaruh perubahan WWR terhadap perubahan nilai DF
Hasil	Besarnya nilai WWR terhadap peningkatan DF disebabkan berbagai ekspansi. Tiap kenaikan WWR dengan interval 0,1 menghasilkan DF rata-rata 0,5 %.

### PENELITIAN 4

Judul	Pengaruh Luasan Jendela Terhadap Distribusi Cahaya Alami
-------	--

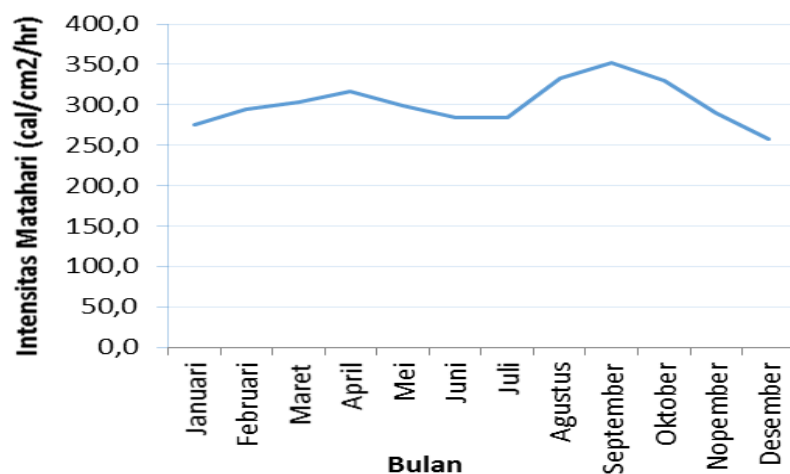
	pada RSS dan RS di Kota Surabaya
Penulis	Vippy Darmawan dan Rofi'i
Tahun / Tempat	2013, RSS dan RS di Surabaya
Tujuan	Memperdalam pemahaman dan mengembangkan studi terkait sistem pencahayaan alami pada rumah sederhana dan rumah sangat sederhana di kota Surabaya
Metode	Metode Eksperimen dan teknik simulasi menggunakan <i>software Dekstop Radiance</i>
Variabel Bebas	Lebar, tinggi dan luas jendela
Variabel Terikat	SC, IRC, ERC dan DF ruangan
Populasi dan Sampel	Populasi berupa RSS dan RS di Surabaya, sampel yang dipilih masing-masing 2 rumah RSS dan RS pada salh satu perumahan di Surabaya
Koleksi Data	Data yang didapatkan berdasarkan pengukuran lapangan menggunakan alat ukur dan hasil simulasi menggunakan software
Analisis Data	Analisis DF dengan komponen SC, ERC, IRC menggunakan perhitungan rumus
Hasil	RSS dan RS memiliki luasan bukaan yang minimal. Jika rasio jendela 0,02 maka nilai DF 0,56% tanpa ERC dan 0,93% jika terdapat ERC. Jika rasio jendela 0,03 maka nilai DF 1,02% tanpa ERC dan 1,97% jika terdapat ERC. Rasio jendela yang memenuhi standart adalah 0,03 tanpa penghalang atau memiliki penghalang yang minim.
<b>PENELITIAN 5</b>	
Judul	Pengaruh Bukaan Terhadap Pencahayaan Alami Bangunan Tropis
Penulis	Syhariana Syam, Syarif Beddu dan M. Sulaiman Syawal
Tahun / Tempat	2013, Bangunan Wisma Kuwera di Yogyakarta
Tujuan	Mengetahui pengaruh berbagai jenis bukaan pada bangunan di daerah tropis terhadap pencahayaan alami
Metodologi	Metode Eksperimen dan teknik simulasi menggunakan <i>software Dekstop Radiance</i> dan pengukuran lapangan
Variabel Bebas	Jenis, dimensi dan posisi bukaan samping berupa pintu dan jendela
Variabel Terikat	Nilai DF ruangan
Populasi dan Sampel	Sampel yang diteliti hanya 1 bangunan yaitu bangunan Wisma Kuwera di Yogyakarta yang menggunakan tipe bangunan tradisional Joglo

Koleksi Data	Data yang didapatkan berdasarkan pengukuran lapangan menggunakan alat ukur dan hasil simulasi menggunakan software
Analisis Data	Pembahasan DF pada ruang-ruang yang memiliki jenis bukaan yang berbeda-beda.
Hasil	Bukaan dalam hal ini dikhususkan pada jendela. Perbedaan jenis jendela, dimensi dan posisinya mempengaruhi nilai DF ruangan. Secara keseluruhan nilai DF pada ruangan mencukupi nilai standar. Namun, terdapat beberapa ruangan yang membutuhkan cahaya langsung sehingga terjadi kontras dan beberapa ruangan yang membutuhkan cahaya yang lembut dengan pembiasan cahaya dan distribusi yang merata.
<b>PENELITIAN 6</b>	
Judul	Pengaruh Bukaan pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Betang di Kalimantan Tengah
Penulis	Eka Susanti
Tahun / Tempat	2015, Bangunan Tradisional Betang Kalimantan Tengah
Tujuan	Mengidentifikasi pengaruh penggunaan bukaan pada selubung bangunan terhadap distribusi dan kuantitas pencahayaan alami pada rumah betang
Metode	Metode Eksperimen dan teknik simulasi menggunakan <i>software Autodesk Ecotect Analysis versi 2011</i>
Variabel Bebas	Luas bukaan dan ketinggian bukaan dari permukaan lantai
Variabel Terikat	Distribusi, nilai iluminan dan nilai DF pencahayaan alami
Populasi dan Sampel	Bangunan Tradisional Betang Kalimantan Tengah
Koleksi Data	Data yang didapatkan berdasarkan pengukuran lapangan menggunakan alat ukur dan hasil simulasi menggunakan software
Analisis Data	Analisa distribusi, kinerja pencahayaan alami dan pengaruh pengaplikasian bukaan pada ruang yang diteliti terhadap distribusi dan nilai iluminasi dalam ruang.
Hasil	Karakter bangunan adalah memanjang dengan bagian terpanjang merupakan sisi depan dan belakang yang banyak terdapat bukaan menghadap Utara dan Selatan. Bukaan berupa jendela, pintu dan Rumbak Tahansengan. Semakin tinggi jendela, maka semakin jauh cahaya matahari masuk ke dalam ruangan, sedangkan semakin luas jendela akan semakin menimbulkan potensi silau. Penggunaan dan penambahan

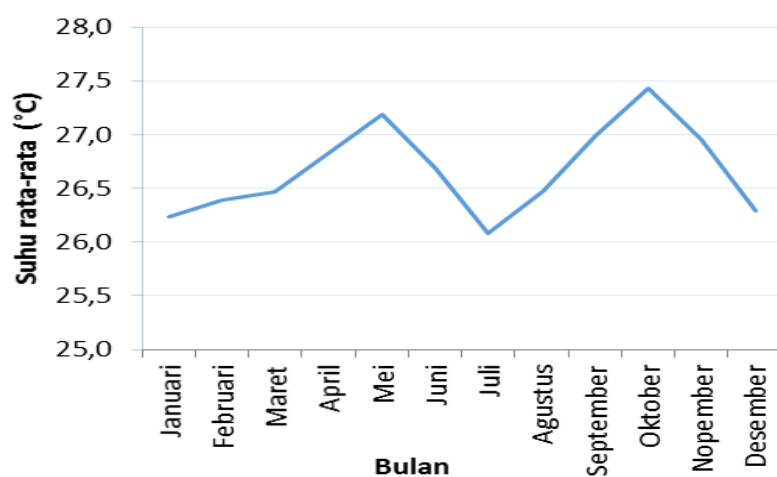
	Rumbak Tahansengan dapat membantu meningkatkan kuantitas dan distribusi pencahayaan alami tanpa mengakibatkan silau.
<b>PENELITIAN 7</b>	
Judul	Kajian Kualitas Pencahayaan Alam Dalam Hunian Vernakular dan Modern di Indonesia
Penulis	Collinthia Erwindi
Tahun / Tempat	2006, Rumah Bubungan Tinggi di Banjarmasin dan Rumah Gadang Minangkabau
Tujuan	Menunjukkan pengaruh perletakan bukaan dan ukuran bukaan terhadap kualitas distribusi cahaya alami sesuai dengan faktor teknis dan non teknis dalam hunian
Metodologi	Metode Eksperimen dan teknik simulasi menggunakan <i>software Dekstop Radiance versi 1.02</i>
Variabel Bebas	Denah, bukaan, ketinggian, material dan orientasi bukaan
Variabel Terikat	SC, ERC, IRC, iluminasi, DF
Populasi dan Sampel	Rumah Bubungan Tinggi Banjarmasin, Rumah Gadang Minangkabau Padang, rumah modern di perumahan YKP Surabaya
Koleksi Data	Data yang didapatkan berdasarkan pengukuran lapangan menggunakan alat ukur dan hasil simulasi menggunakan software
Analisis Data	Analisa faktor teknis dan non teknis, analisis pengaruh perletakan bukaan dan penggunaan material terhadap kualitas distribusi di dalam ruangan, analisis pengaruh mitologi, kosmologi dan fungsi dalam hunian vernakular
Hasil	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hunian vernakular terdapat gradasi penurunan nilai iluminasi pada ruang sehingga membentuk pola tertentu yang dengan sengaja dibuat dalam kondisi tanpa bukaan agar tidak berkurang nilai sakral yang terkandung di dalamnya sehingga tidak harus sesuai dengan standar yang ada. Sedangkan pada hunian modern, nilai iluminasi cenderung mengalami penyebaran secara merata tiap ruang dengan tujuan mengakomodasi seluruh kegiatan dalam hunian

## LAMPIRAN 2. Data BMKG Banjarbaru

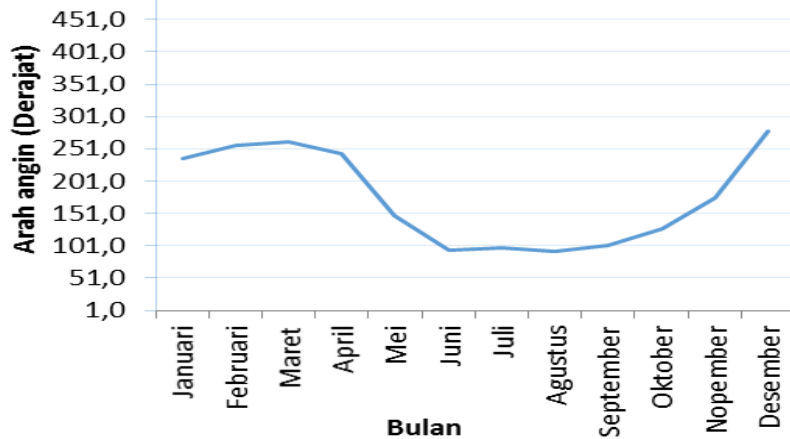
### Data Intensitas Matahari



### Data Temperatur

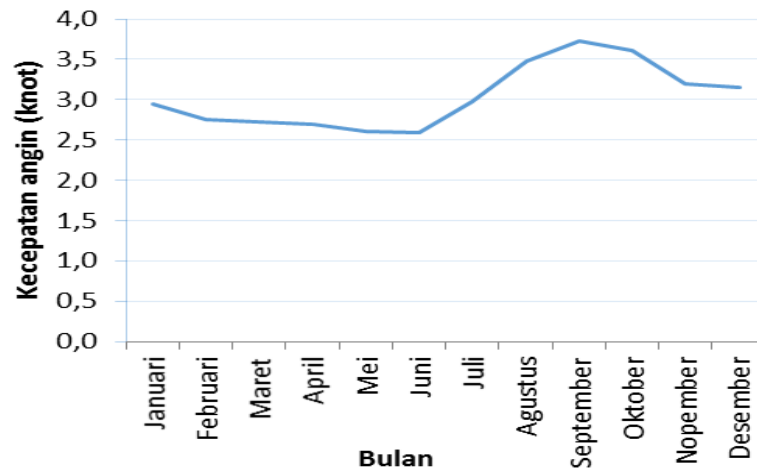


### Data Arah Angin

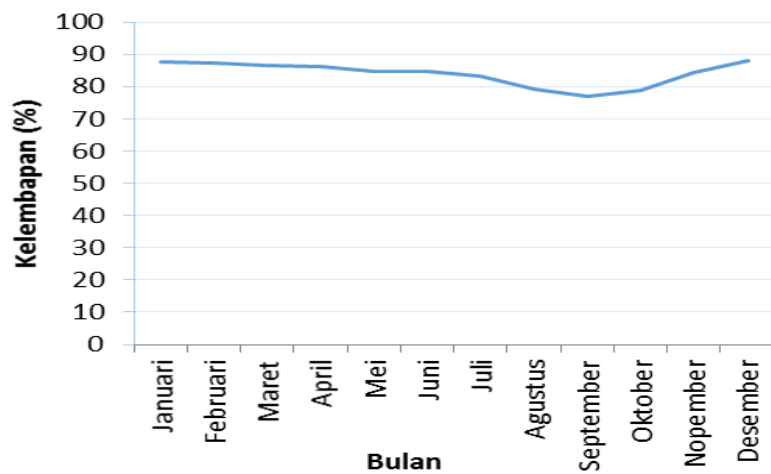




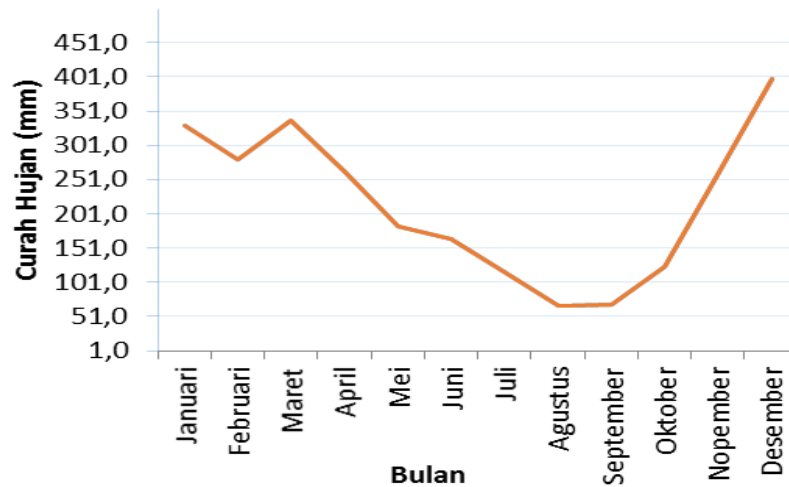
Data Kecepatan Angin



Data Kelembaban

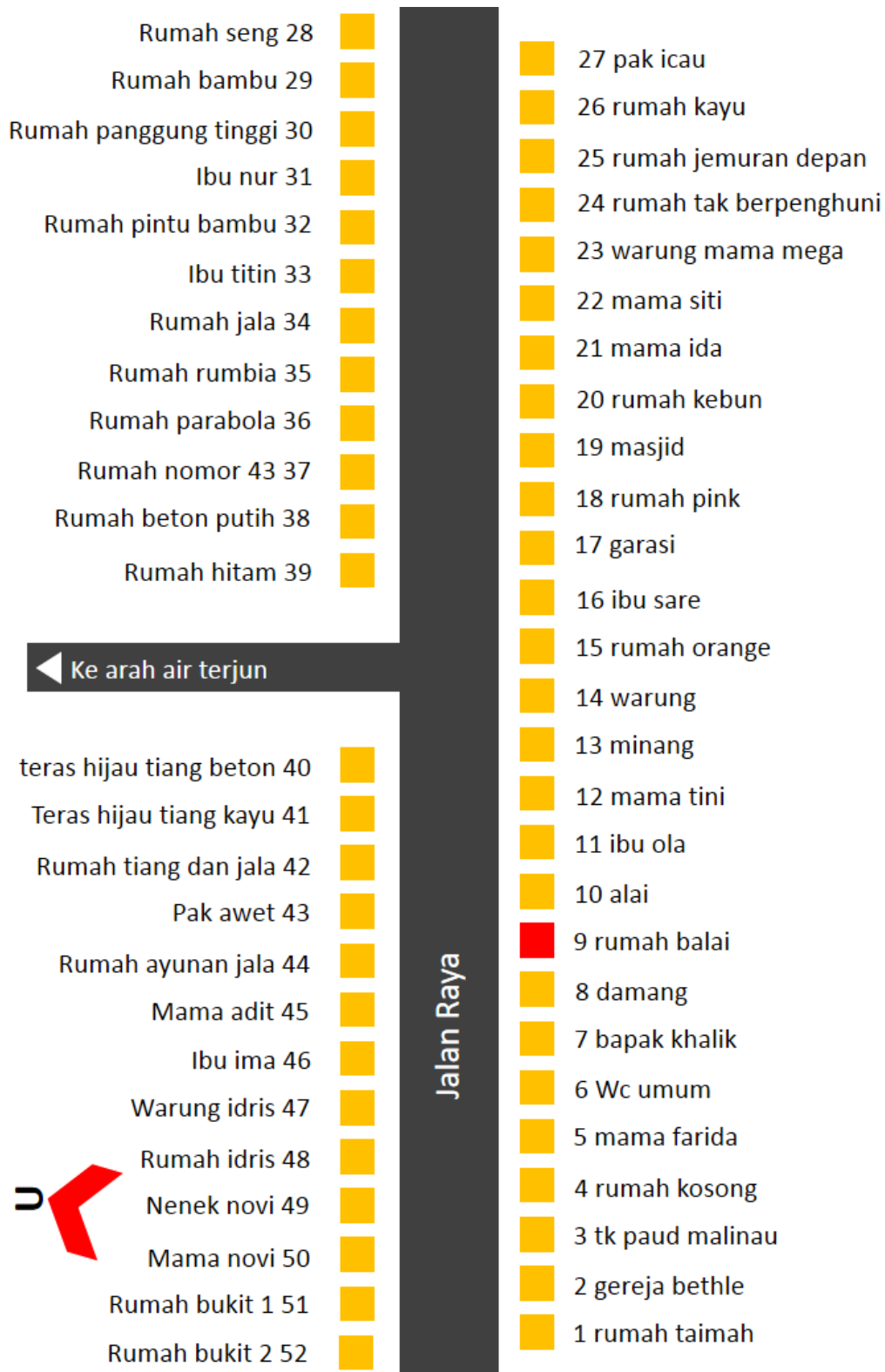


Data Curah Hujan



### LAMPIRAN 3. Hasil Pengamatan Kondisi di Sekitar Bangunan

Posisi rumah Balai Padang dalam 1 permukiman.


















Kondisi rumah di sekitar rumah Balai Padang nomor 1 hingga 15.
















		
1 Rumah Tamiah	2 Gereja Bethle	3 TK Paud Malinau
		
4 Rumah Kosong	5 Mama Farida	6 WC Umum
		
7 Bapak Khalik	8 Rumah Damang	9 Rumah Balai Padang
		
10 Alai	11 Ibu Ola	12 Mama Tini
		
13 Minang	14 Warung	15 Rumah Orange



Kondisi rumah di sekitar rumah Balai Padang nomor 16 hingga 30.








		
16 Ibu Sare	17 Garasi	18 Rumah Pink
		
19 Masjid	20 Rumah Kebun	21 Mama Siti
		
22 Mama Ida	23 Warung Mama Mega	24 Rumah Tak Berpenghuni
		
25 Rumah Jemuran depan	26 Rumah Kayu	27 Pak Icau
		
28 Rumah Seng	29 Rumah Bambu	30 Rumah Panggung Tinggi

Kondisi rumah di sekitar rumah Balai Padang nomor 31 hingga 45.

		
31 Ibu Nur	32 Rumah Pintu Bambu	33 Ibu Titin
		
34 Rumah Jala	35 Rumah Rumbia	36 Rumah Parabola
		
37 Rumah Nomor 43	38 Rumah Beton Putih	39 Rumah Hitam
		
40 Teras Hijau Tiang Beton	41 Teras Hijau Tiang Kayu	42 Rumah Tiang dan Jala
		
43 Pak Awet	44 Rumah Ayunan Jala	45 Mama Adit



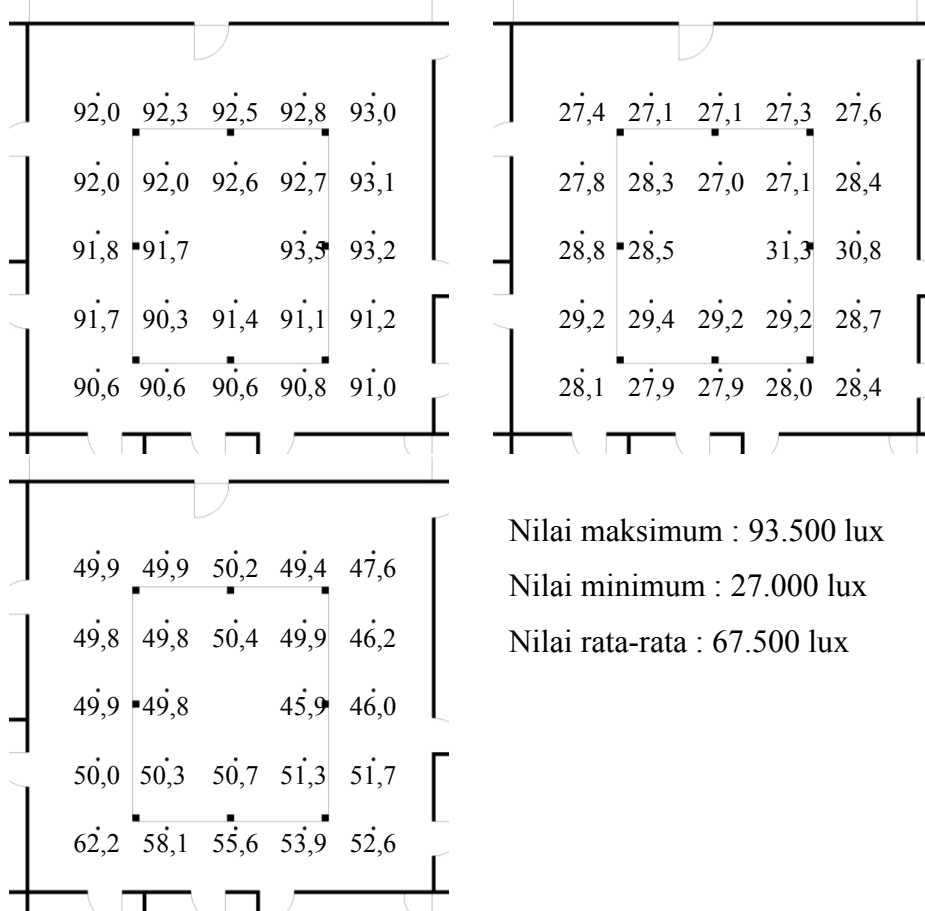
Kondisi rumah di sekitar rumah Balai Padang nomor 46 hingga 52.

		
46 Ibu Ima	47 Warung Idris	48 Rumah Idris
		
49 Nenek Novi	50 Mama Novi	51 Rumah Bukit 1
		
52 Rumah Bukit 2		

#### LAMPIRAN 4. Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami di Lapangan

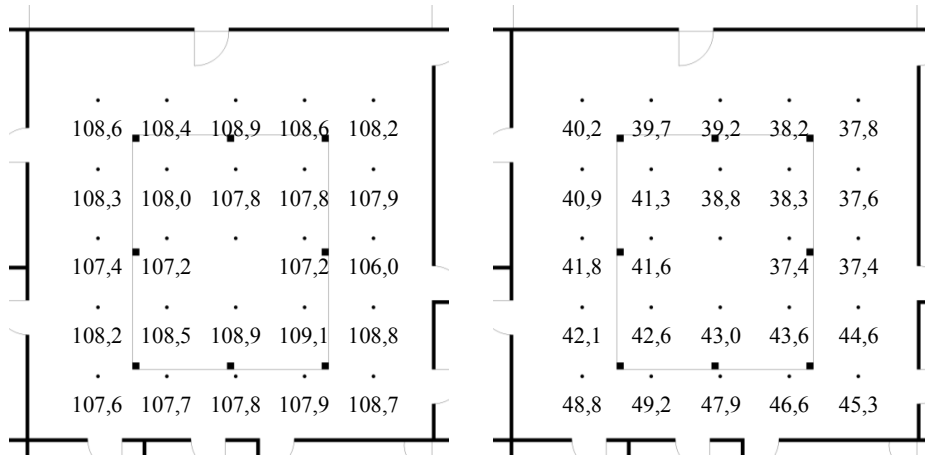
##### Pengukuran Ruang Laras-Pematang

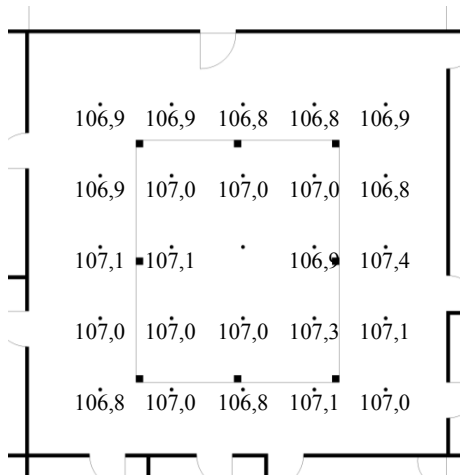
Nilai Iluminasi Outdoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam ribuan



Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Outdoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam ribuan





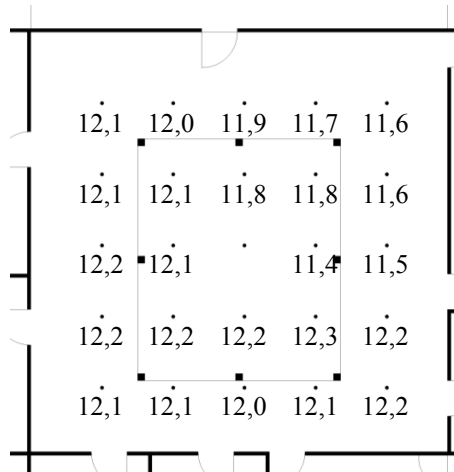
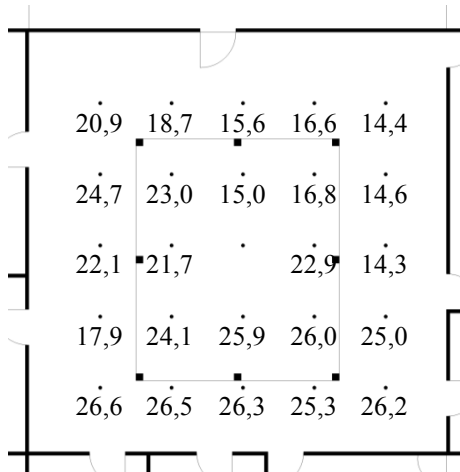
Nilai maksimum : 108.900 lux

Nilai minimum : 37.400 lux

Nilai rata-rata : 81.300 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

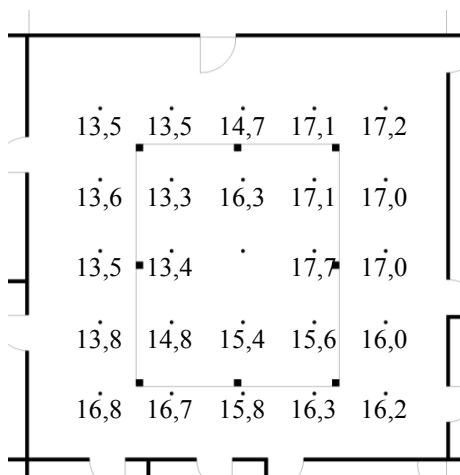
Nilai Iluminasi Outdoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam ribuan



Nilai maksimum : 26.600 lux

Nilai minimum : 11.400 lux

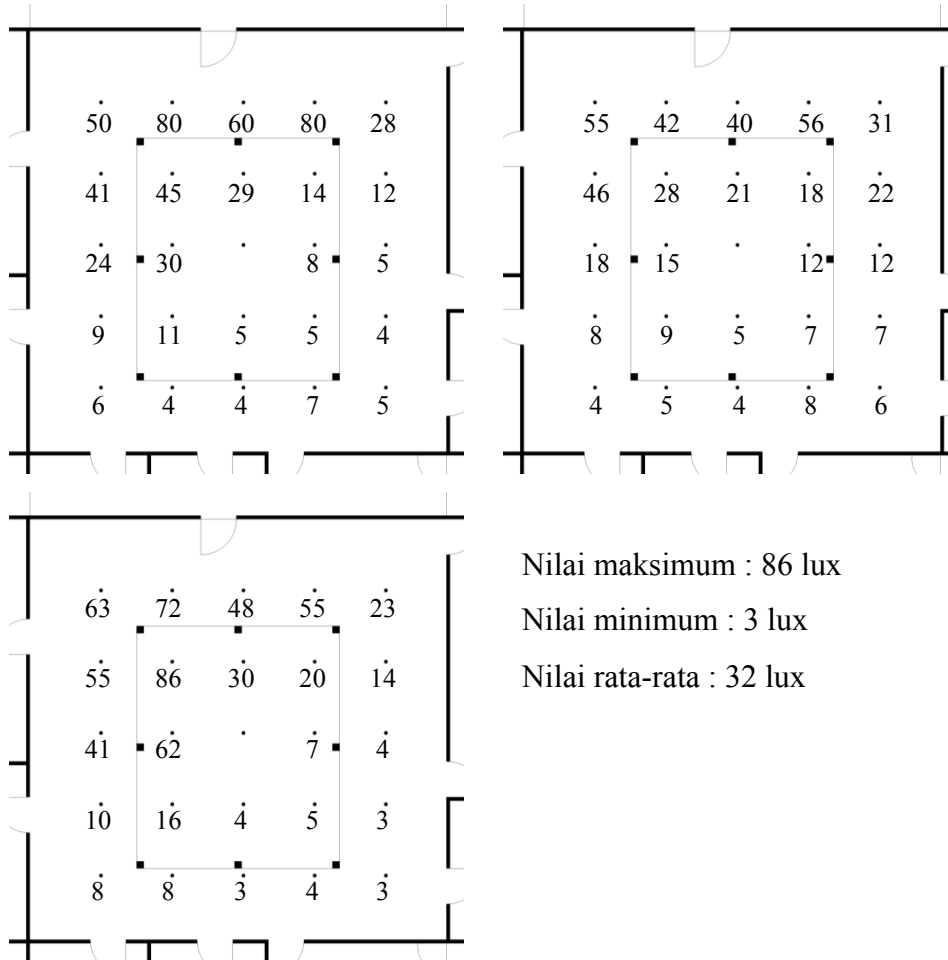
Nilai rata-rata : 18.800 lux



Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

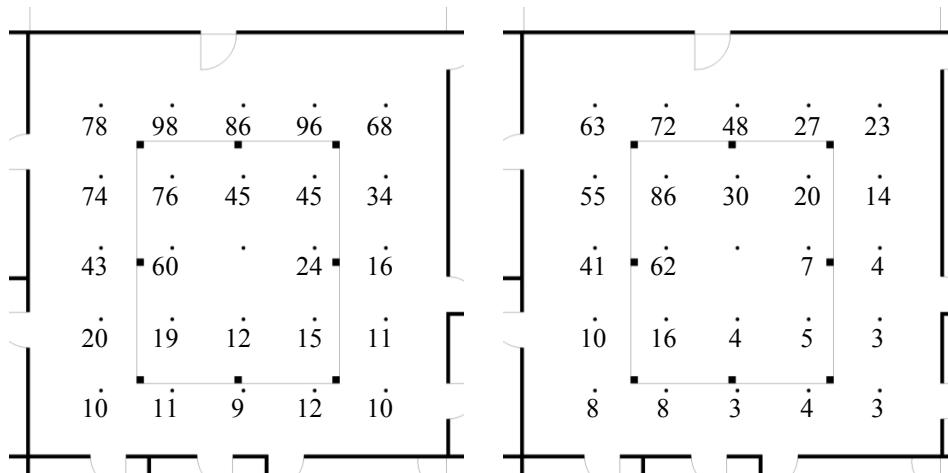


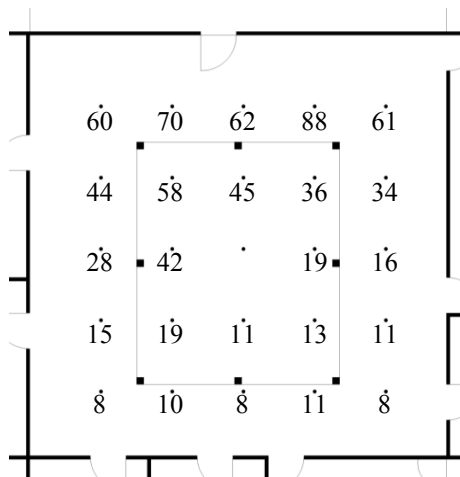
Nilai Iluminasi Indoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam satuan



Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Indoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam satuan





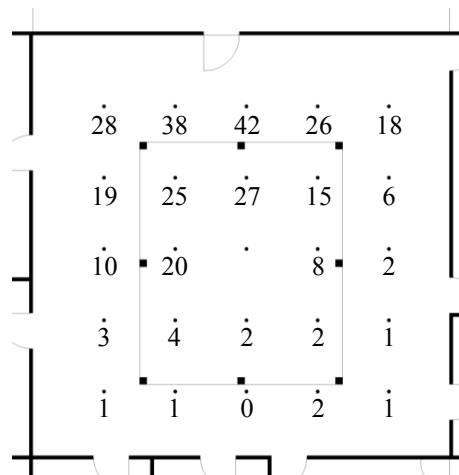
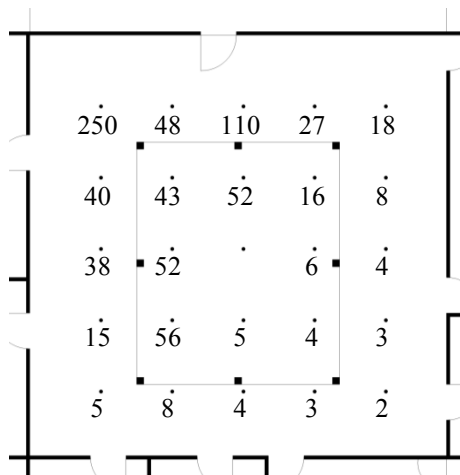
Nilai maksimum : 96 lux

Nilai minimum : 3 lux

Nilai rata-rata : 46 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Indoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam satuan



Nilai maksimum : 110 lux

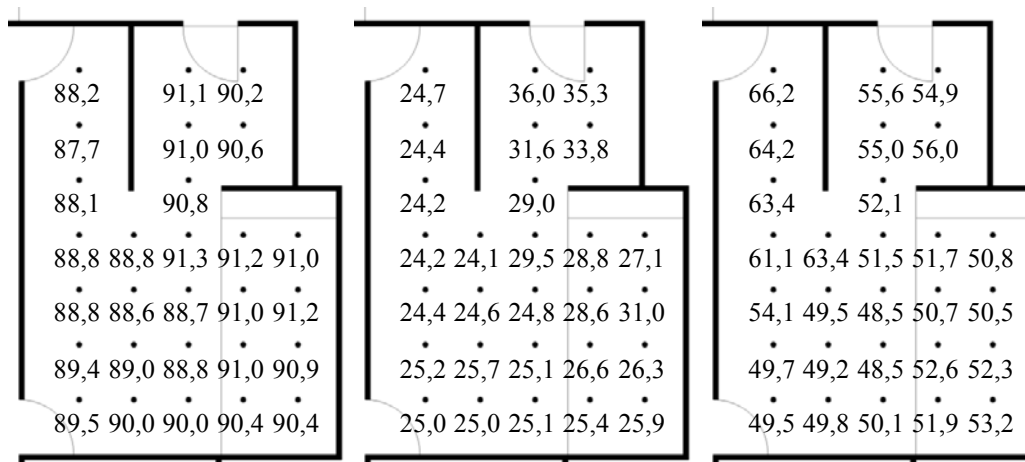
Nilai minimum : 0 lux

Nilai rata-rata : 28 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

### Pengukuran Ruang Bilik 1 (besar)

Nilai Iluminasi Outdoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam ribuan



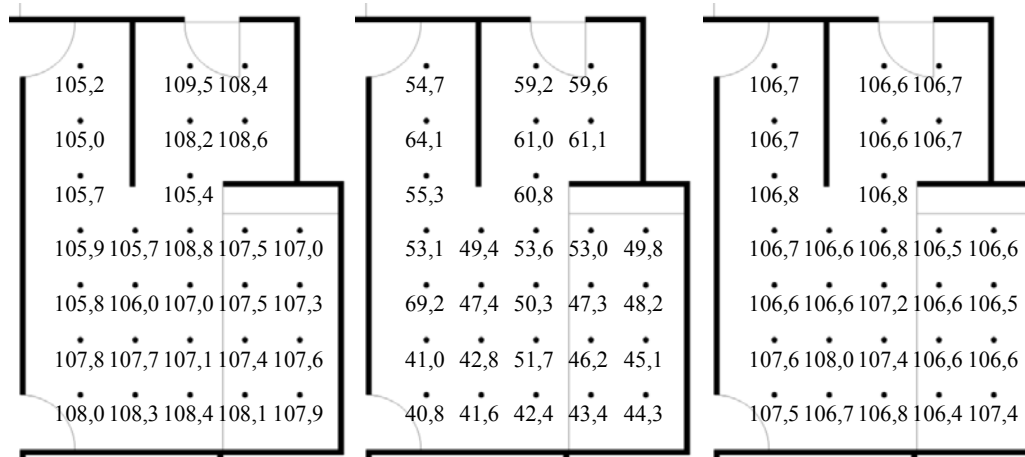
Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maksimum : 91.300 lux

Nilai minimum : 24.200 lux

Nilai rata-rata : 54.600 lux

Nilai Iluminasi Outdoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam ribuan



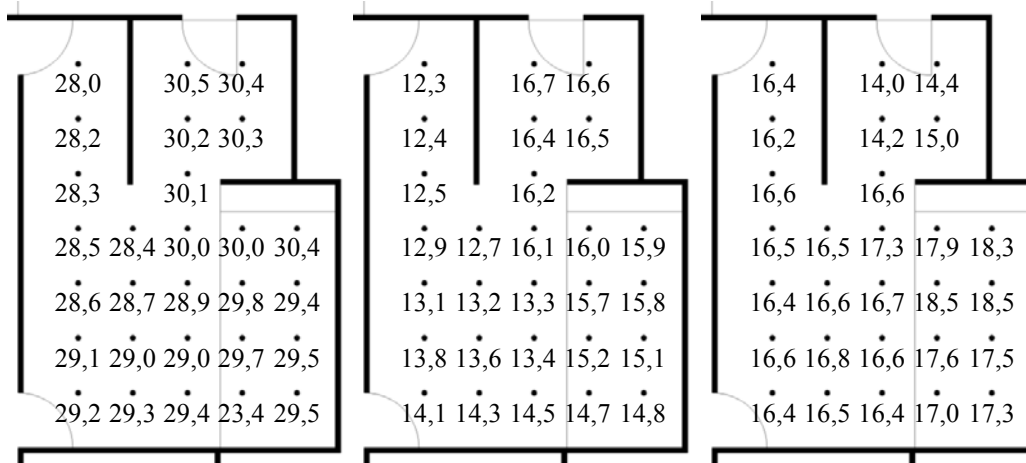
Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maksimum : 109.500 lux

Nilai minimum : 40.800 lux

Nilai rata-rata : 87.200 lux

Nilai Iluminasi Outdoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam ribuan



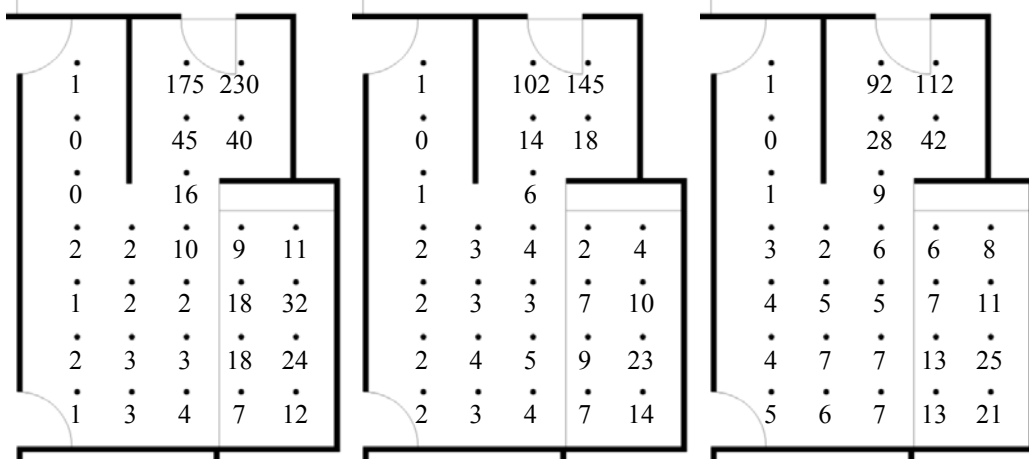
Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maksimum : 30.500 lux

Nilai minimum : 12.300 lux

Nilai rata-rata : 20.600 lux

Nilai Iluminasi Indoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam satuan



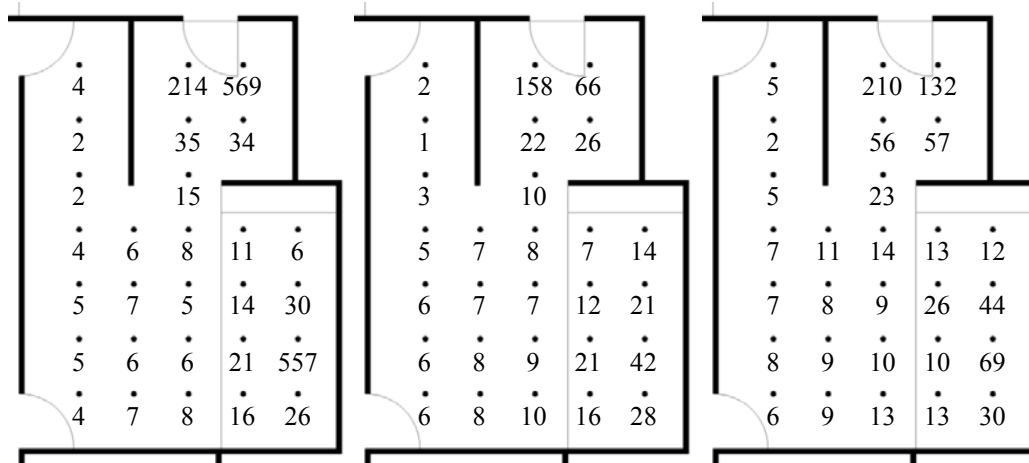
Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maksimum : 230 lux

Nilai minimum : 0 lux

Nilai rata-rata : 22 lux

Nilai Iluminasi Indoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam satuan



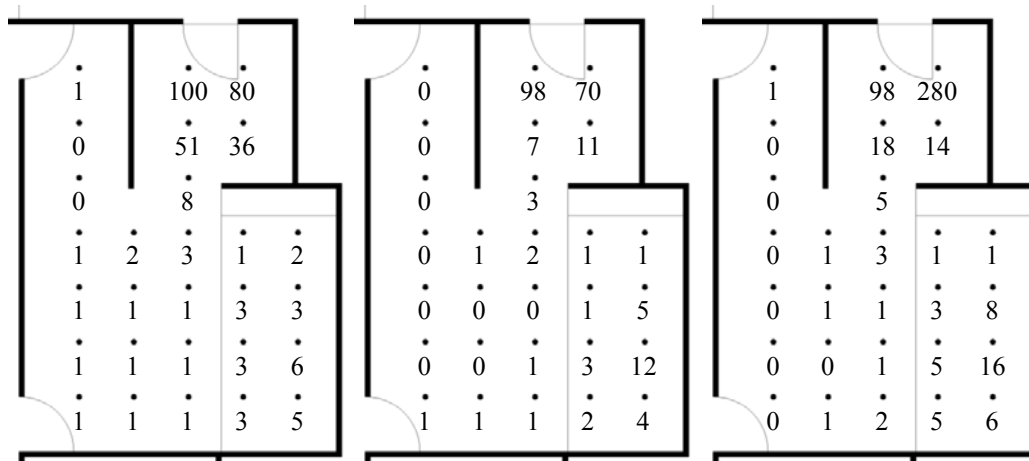
Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maksimum : 569 lux

Nilai minimum : 1 lux

Nilai rata-rata : 53 lux

Nilai Iluminasi Indoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam satuan



Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

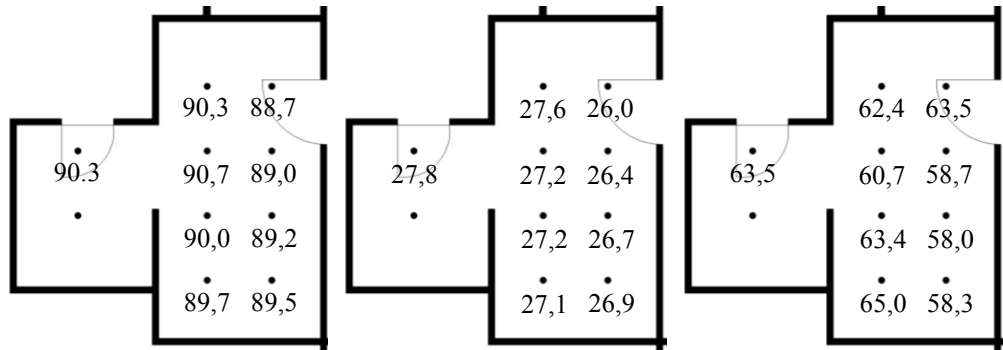
Nilai maksimum : 280 lux

Nilai minimum : 0 lux

Nilai rata-rata : 36 lux

## Pengukuran Ruang Bilik 2 (sedang)

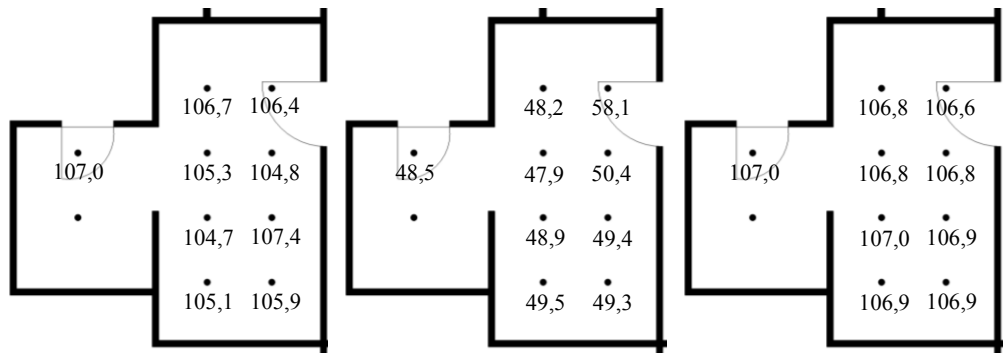
Nilai Iluminasi Outdoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam ribuan



Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maksimum 90.700 lux, minimum 26.000 lux dan rata-rata 59.600 lux.

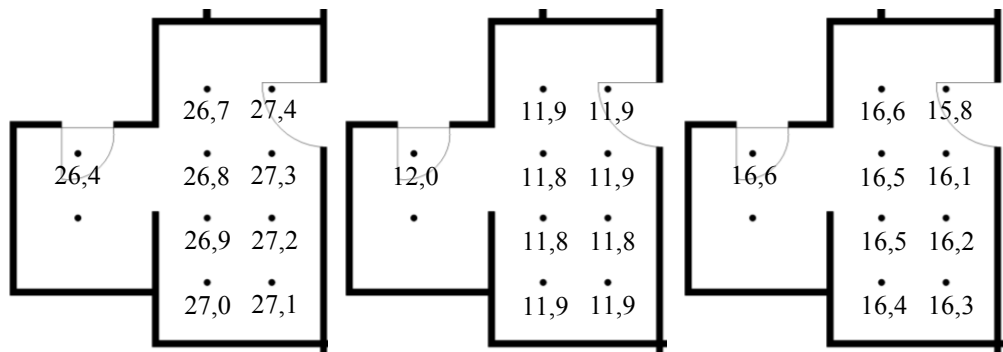
Nilai Iluminasi Outdoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam ribuan



Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maximum 107.400 lux, minimum 47.900 lux dan rata-rata 81.900 lux.

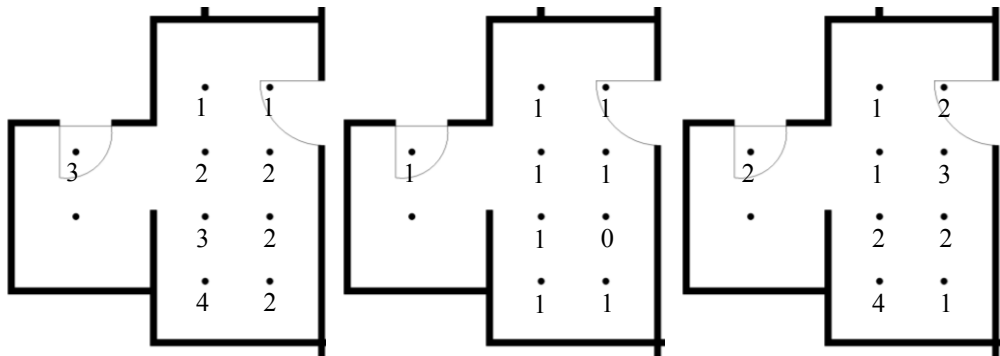
Nilai Iluminasi Outdoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam ribuan



Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maximum 27.400 lux, minimum 11.800 lux dan rata-rata 17.500 lux.

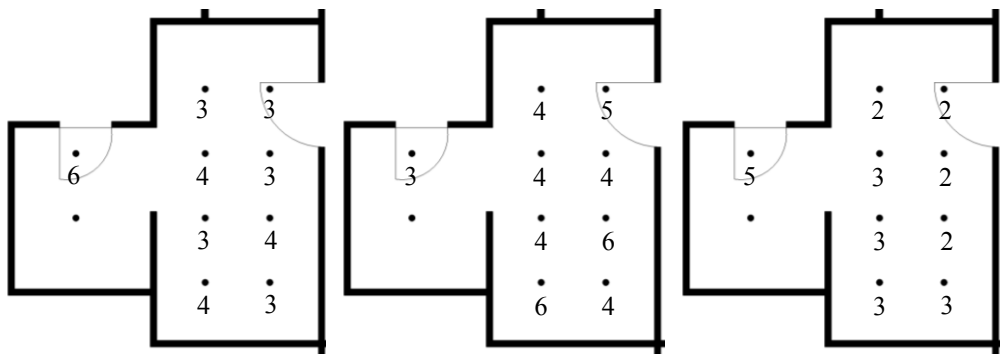
Nilai Iluminasi Indoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam satuan



Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maximum 4 lux, minimum 0 lux dan rata-rata 1,5 lux.

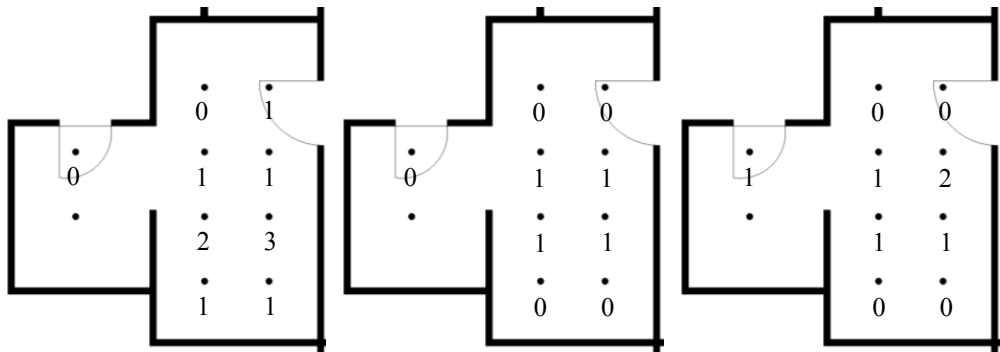
Nilai Iluminasi Indoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam satuan



Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maximum 6 lux, minimum 2 lux dan rata-rata 3,5 lux.

Nilai Iluminasi Indoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam satuan

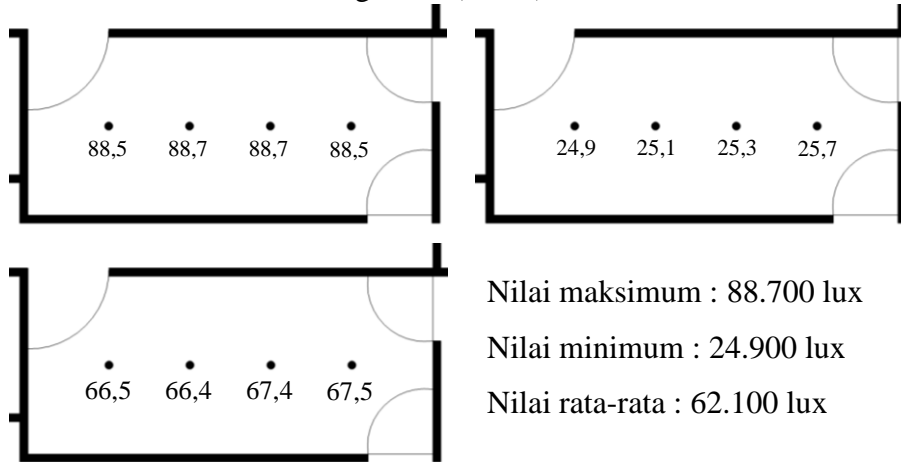


Hari pertama (kiri), kedua (tengah), ketiga (kanan)

Nilai maximum 3 lux, minimum 0 lux dan rata-rata 1 lux.

### Pengukuran Ruang Bilik 3 (kecil)

Nilai Iluminasi Outdoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam ribuan



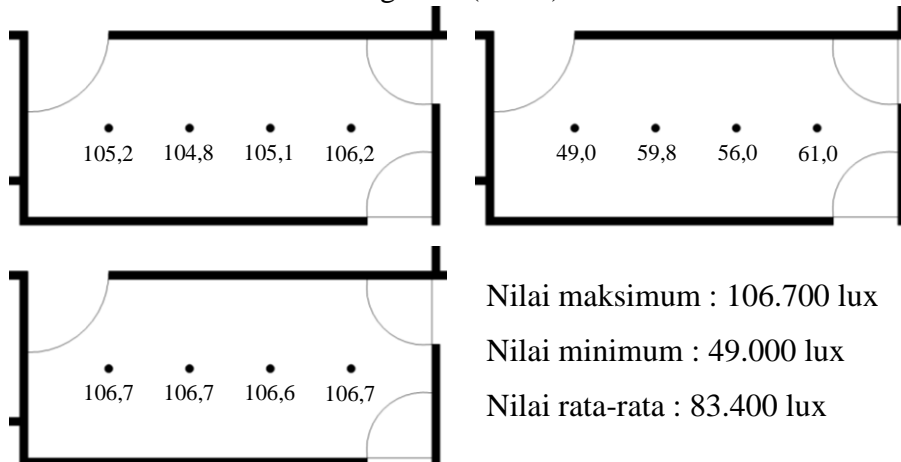
Nilai maksimum : 88.700 lux

Nilai minimum : 24.900 lux

Nilai rata-rata : 62.100 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Outdoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam ribuan



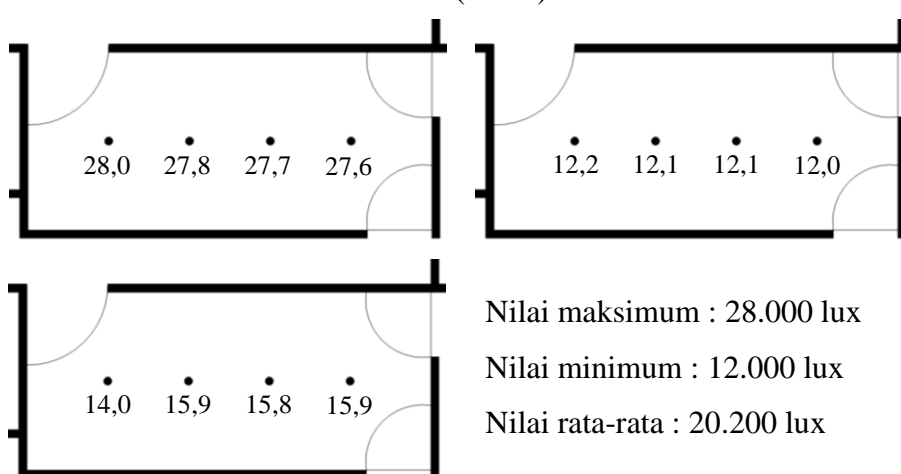
Nilai maksimum : 106.700 lux

Nilai minimum : 49.000 lux

Nilai rata-rata : 83.400 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Outdoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam ribuan



Nilai maksimum : 28.000 lux

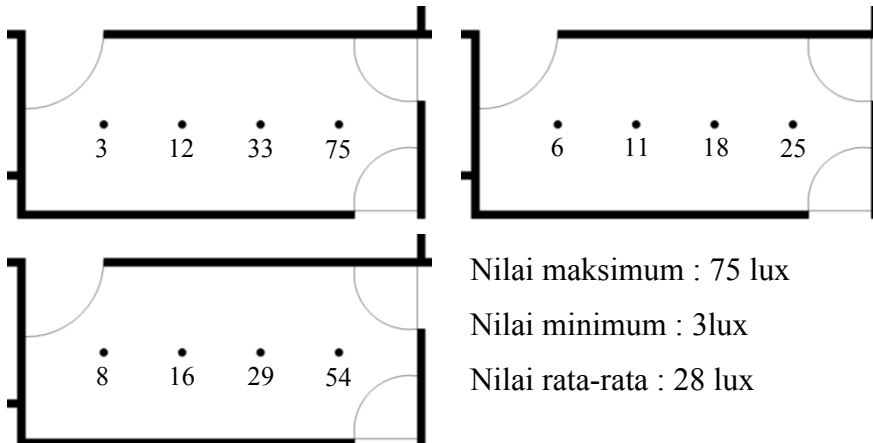
Nilai minimum : 12.000 lux

Nilai rata-rata : 20.200 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)



Nilai Iluminasi Indoor Pagi Hari (09.00) → nilai dalam satuan



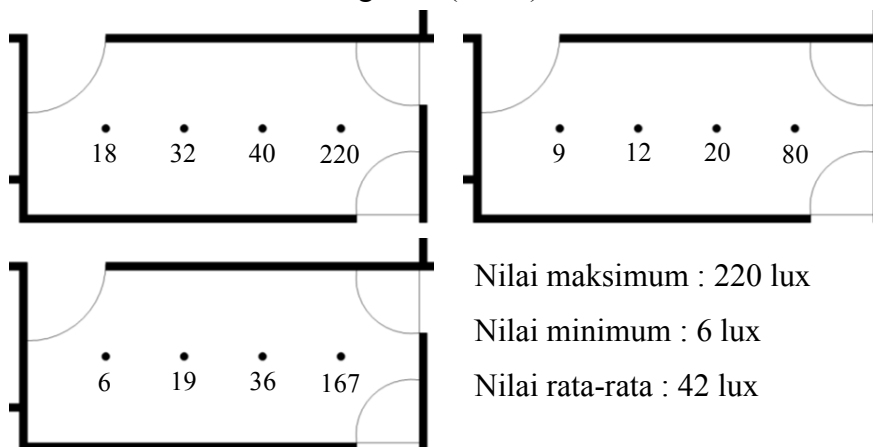
Nilai maksimum : 75 lux

Nilai minimum : 3lux

Nilai rata-rata : 28 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Indoor Siang Hari (12.00) → nilai dalam satuan



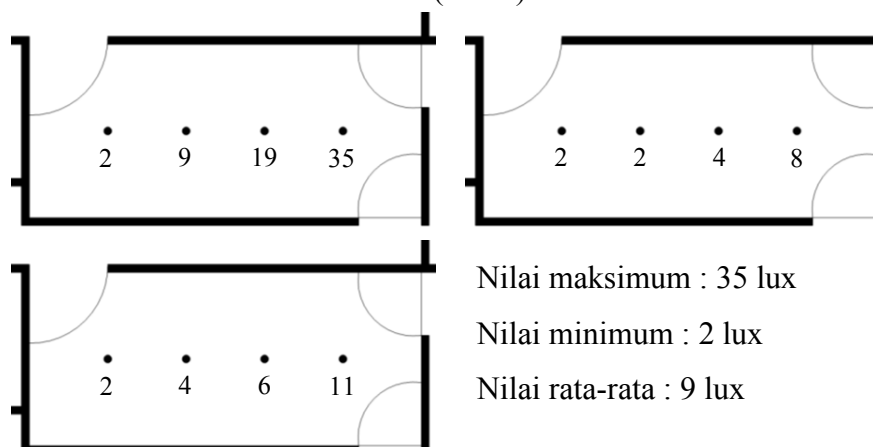
Nilai maksimum : 220 lux

Nilai minimum : 6 lux

Nilai rata-rata : 42 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

Nilai Iluminasi Indoor Sore Hari (15.00) → nilai dalam satuan



Nilai maksimum : 35 lux

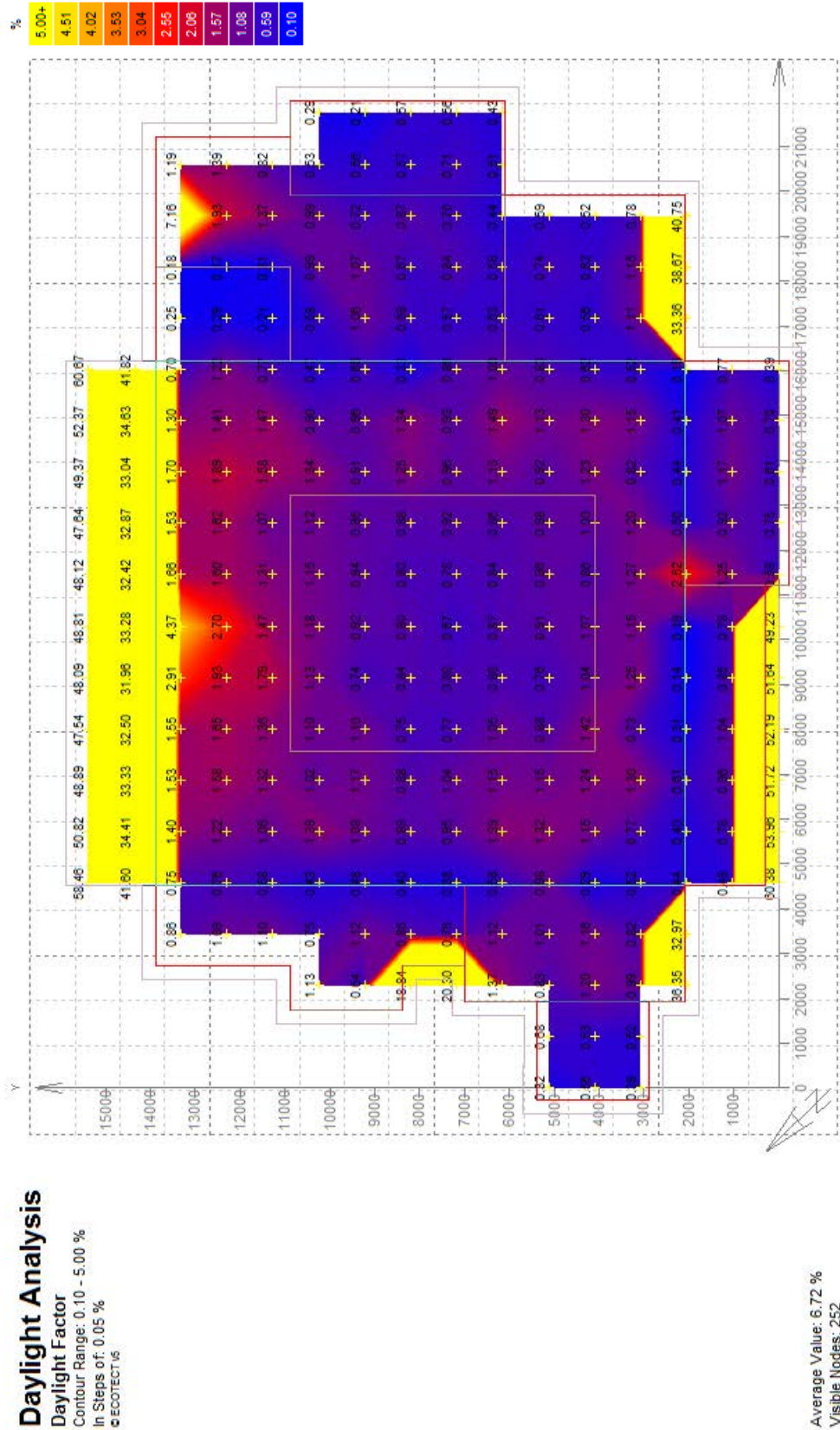
Nilai minimum : 2 lux

Nilai rata-rata : 9 lux

Hari pertama (kiri-atas), kedua (kanan-atas), ketiga (bawah)

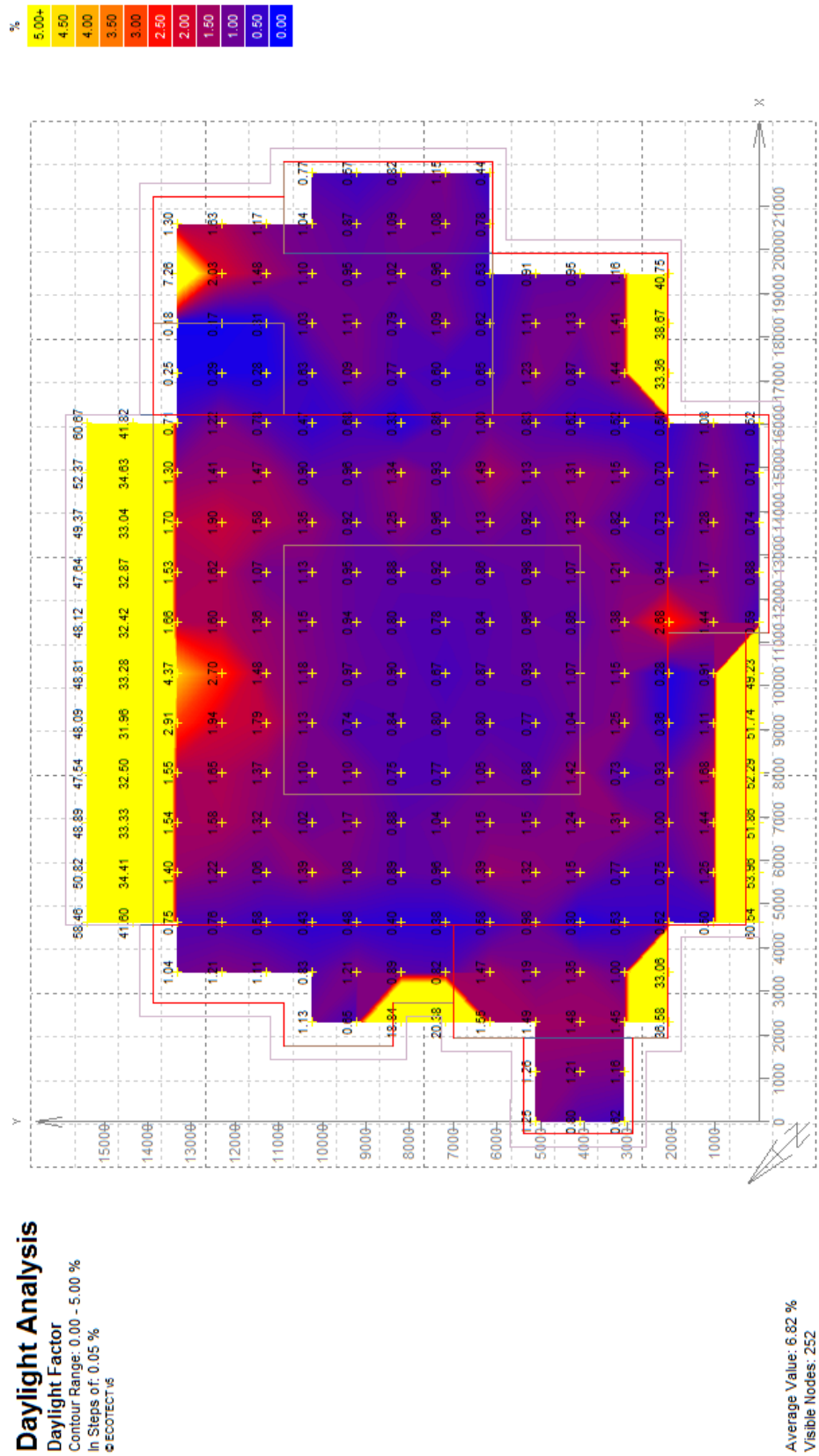
## LAMPIRAN 5. Hasil Simulasi Komputer

### Simulasi 1 (Kondisi Eksisting sebagai *Base Case*)



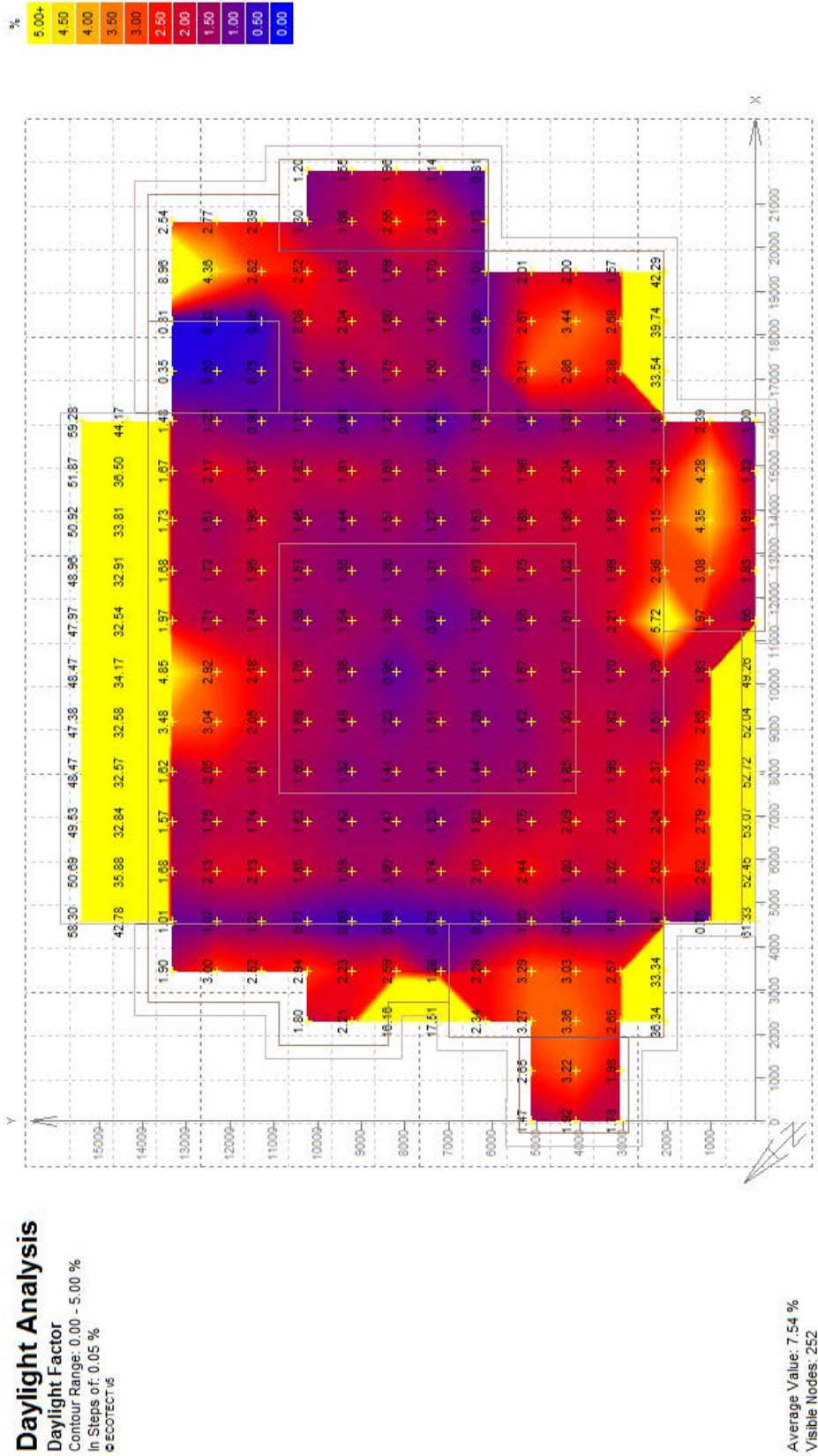
## Simulasi 2 (Pengkondisian 1 – Variasi 1)

WWR ditingkatkan hingga 10% dan posisi bukaan tetap



### Simulasi 3 (Pengkondisian 1 – Variasi 2)

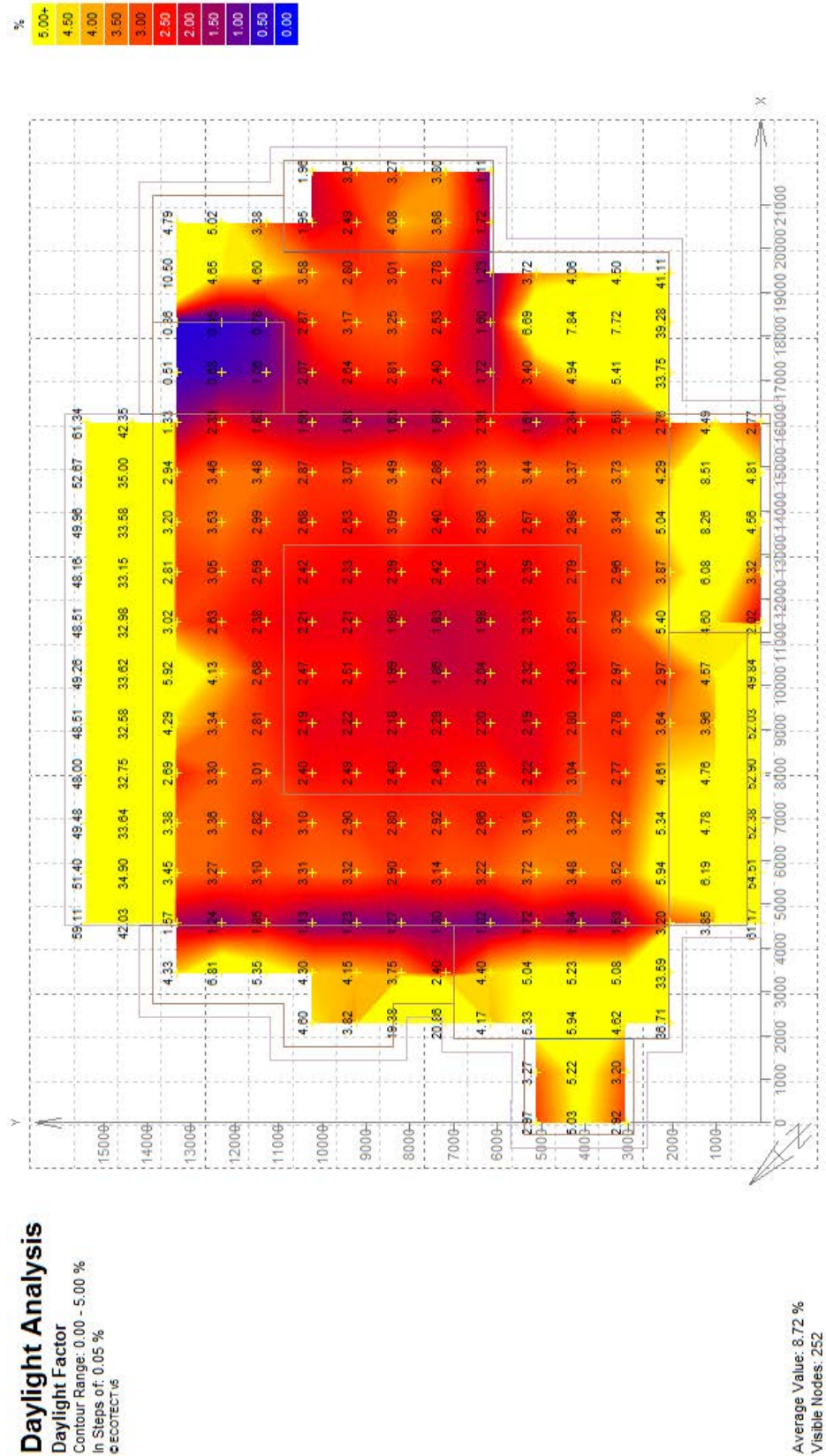
WWR ditingkatkan hingga 20% dan posisi bukaan tetap





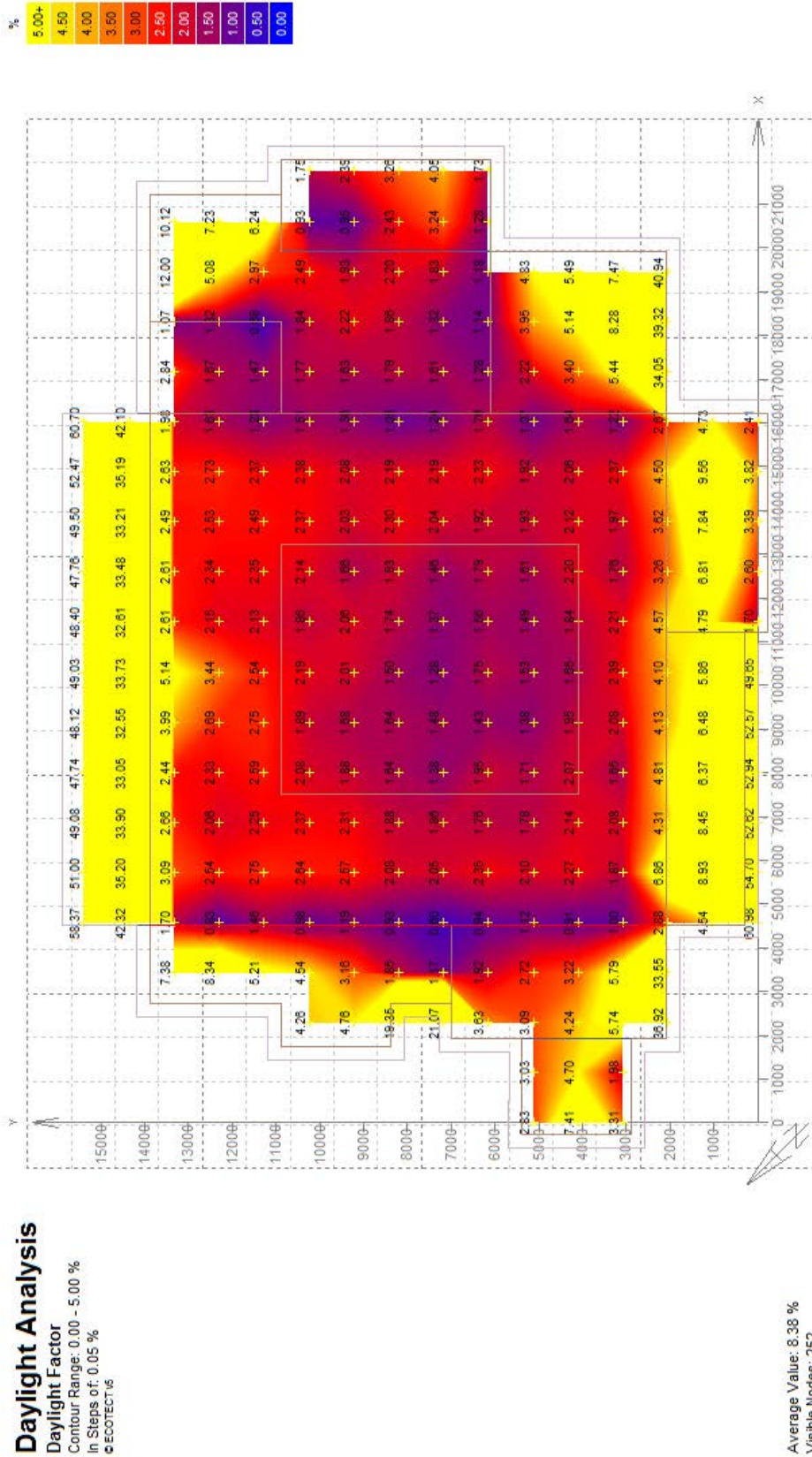
## Simulasi 4 (Pengkondisian 1 – Variasi 3)

WWR ditingkatkan hingga 30% dan posisi bukaan tetap



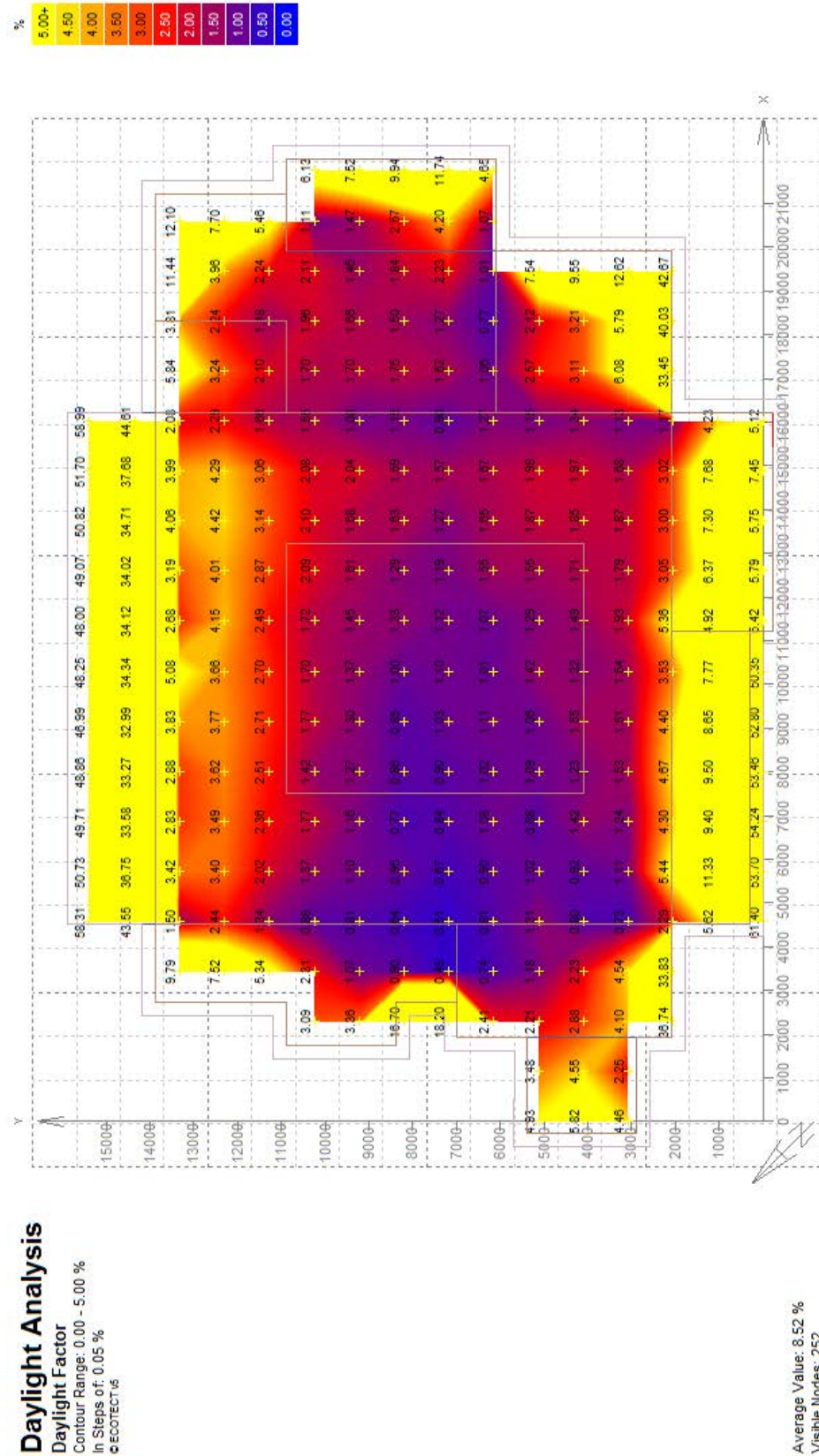
## Simulasi 5 (Pengkondisian 2 – Variasi 1)

Posisi ambang bawah bukaan diturunkan hingga atas pintu 1,7 m dan WWR 20%



## Simulasi 6 (Pengkondisian 2 – Variasi 2)

Posisi ambang atas bukaan diturunkan hingga atas pintu 1,7 m dan WWR 20%



## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

##### 6.1.1 Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Adat Balai Padang dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Kinerja pencahayaan alami pada rumah Adat Balai Padaang di Kalimantan Selatan sangat buruk. Hal ini ditinjau dari rendahnya nilai iluminasi, daylight factor dan distribusi cahaya alami di dalam bangunan yang secara keseluruhan pada 3 hari pengukuran di lapangan pagi, siang dan sore hari tidak memenuhi standart. Meskipun nilai iluminasi di luar bangunan sangat besar mencapai 100.000 lux, tetapi nilai iluminasi di dalam bangunan sangat kecil mencapai 1 lux atau 0 lux pada beberap titik yang jauh dari bukaan. Secara keseluruhan pada ruang Laras-Pematang, Bilik 1 (besar), Bilik 2 (sedang) dan Bilik 3 (kecil), rata-rata nilai iluminasi 120-250 lux, DF 1-2%, nilai distribusi persentase area yang memenuhi standart DF minimal 40% dan nilai distribusi perbandingan nilai iluminasi minimum : rata-rata maksimum 1:3.

Terdapat 3 faktor yang mempengaruhi tingginya nilai iluminasi di luar bangunan yaitu posisi matahari, ketinggian dari permukaan laut dan *cloud cover*. Obyek berada di 2°LS di sebelah selatan dekat katulistiwa dan posisi matahari pada saat pengukuran di lapangan pada bulan Agustus berada di utara katulistiwa. Posisi pengukuran di sisi utara bangunan mengakibatkan alat ukur mendapatkan pencahayaan alami secara langsung dari matahari. Hal ini sesuai dengan pola pergerakan matahari yang dikemukakan oleh Lechner (2009). Selain itu juga posisi geografis obyek terletak di daerah pegunungan dengan ketinggian +450m dari permukaan laut sehingga semakin dekat jaraknya dengan matahari. Tingginya nilai iluminasi pada pagi, siang dan sore hari selama 3 hari juga didominasi oleh kondisi *cloud cover* yang sangat minim yaitu pada pagi atau sore hari 40-60% dan



pada siang hari 0-10% pada 3 hari pengukuran. Hal ini sesuai dengan tipe kondisi langit yang dikemukakan oleh Ander (1995).

Terdapat 6 faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai iluminasi di dalam bangunan yaitu obstruksi lingkungan sekitar, bentuk dan dimensi bangunan, overhang atap, reflektansi material, luasan dan posisi bukaan. Obstruksi lingkungan meliputi bangunan dengan tinggi 6m tetapi hanya berjarak 0,4-1m di samping kiri bangunan dan 2-3m di samping kanan bangunan serta pohon hutan yang tinggi di bagian belakang bangunan sehingga menghalangi masuknya cahaya alami. Adanya obstruksi yang menghalangi masuknya cahaya alami sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ander (1995). Bentuk dan dimensi bangunan yang besar dan memiliki kedalaman hingga 12m dari bukaan efektif, sehingga cahaya alami tidak dapat menjangkau seluruh area terutama pada kedalaman tertentu sesuai dengan yang dikemukakan oleh Lechner (2009) terkait dimensi ruangan dan Evans (1981) terkait kedalaman ruang.

Overhang atap pada bagian depan memiliki dimensi yang lebar yaitu 3m dan overhang atap di sisi samping kanan-kiri dan belakang bangunan memiliki dimensi yang pendek yaitu 0,3m. Overhang panjang di sisi depan menutupi bukaan yang berdimensi besar 80cm, sedangkan overhang pendek di sisi samping kanan-kiri dan belakang menutupi bukaan yang berdimensi kecil 10-15cm karena terletak berhimpitan antara bukaan dan overhang atap. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Evans (1981) jika overhang dapat mengurangi cahaya alami yang masuk dengan tipe overhang miring dapat mengurangi lebih besar seperti yang dikemukakan oleh Prianto (2013) serta rasio panjang overhang : tinggi bukaan tidak mencapai 1:1,2 sehingga secara keseluruhan bukaan pada rumah Balai tertutupi oleh overhang seperti yang dikemukakan oleh Indrani (2008).

Reflektansi material di dalam bangunan tidak dapat memungkinkan adanya distribusi dan pemantulan cahaya alami di dalam bangunan secara maksimal sesuai dengan yang dikemukakan oleh Lechner (2009) karena bangunan memiliki material kayu dan bambu berwarna coklat gelap dengan reflektansi 5-10% atau kurang. Penggunaan material reflektansi rendah terdapat pada dinding lantai dan plafond, sehingga terdapat potensi penurunan kinerja pencahayaan alami melebihi 51% sesuai yang dikemukakan oleh Evans (1988).

Cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal karena luasan bukaan sangat minimum dengan WWR kurang dari 20% yang tidak sesuai dengan rekomendasi penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Urasa (1998) yang juga dilakukan oleh Indrani (2008) yang merekomendasikan WWR minimum adalah 20%. Cahaya alami tidak dapat masuk secara maksimal juga karena dipengaruhi oleh posisi bukaan yang tinggi dari lantai dengan ambang bawah 1,7m jauh dari bidang kerja 0,75-1m. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) yang merekomendasikan posisi bukaan efektif pada ketinggian bidang kerja. Selain itu dengan posisi yang tinggi, maka secara keseluruhan bukaan terbayangi oleh overhang seperti pada kesimpulan overhang diatas yang menghalangi cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan.

#### **6.1.2 Pengaruh Perubahan Luas Bukaan**

Meningkatkan luas bukaan memberikan pengaruh terhadap kinerja pencahayaan alami sesuai dengan teori luas bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998). Jika luas bukaan diperbesar dari WWR 10%, WWR 20% dan WWR 30% maka kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan semakin baik.

Peningkatan kinerja pencahayaan alami ditinjau dari nilai iluminasi, DF dan distribusi efektif didapatkan pada peningkatan WWR 20% (PL-WWR20%). Jika WWR kurang dari 20% maka ada beberapa ruangan yang tidak memenuhi standart untuk beraktivitas dan jika WWR lebih dari 20% (PL-WWR30%) maka akan melebihi standart yang juga akan menimbulkan ketidaknyamanan visual. Hal ini sesuai dengan rekomendasi bukaan efektif pada WWR 20% pada penelitian yang dilakukan oleh Urasa (1998) dan Indrani (2008).

Peningkatan luas bukaan dapat meningkatkan nilai iluminasi dengan nilai terendah 21 lux hingga 377 lux, meningkatkan nilai DF dengan nilai terendah 0,21% hingga tertinggi 3,77% dibandingkan dengan eksisting, meningkatkan persentase area yang terdistribusi DF yang memenuhi standart dengan nilai terendah 1,6% hingga tertinggi 98% dibandingkan dengan eksisting dan menurunkan perbandingan distribusi DF mencapai 1:3.

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan terkait peningkatan luas bukaan yaitu obstruksi, overhang, bentuk dan dimensi ruangan. Obstruksi

memiliki dampak negatif mengurangi cahaya yang masuk sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ander (1995). Namun pada bukaan dengan rasio panjang overhang : tinggi bukaan tidak mencapai 1:1,2, obstruksi berperan dalam meningkatkan pantulan ERC untuk memasukkan cahaya alami ke dalam bukaan yang tertutupi overhang seperti pada Bilik 1 dan 2.

Terkait overhang, peningkatan luas bukaan tidak selalu merekomendasikan 20%. Pada beberapa ruangan didapat kondisi terbaik kurang atau lebih dari 20%. Pada ruang yang terdapat overhang, peningkatan WWR harus melihat apakah luas bukaan yang ditingkatkan masih terbayangi oleh overhang dengan rasio 1:1,2 atau tidak seperti rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Indrani (2008). Meskipun sudah mencapai 20%, tetapi jika masih belum mencapai rasio 1:1,2 maka luas bukaan perlu ditingkatkan lagi begitu pula sebaliknya karena cahaya alami tidak dapat masuk dengan maksimal.

Terkait dimensi ruang, peningkatan luas bukaan di ruang yang berdimensi besar seperti Laras-Pematang atau Bilik 1 tidak signifikan jika dibandingkan peningkatan bukaan di ruang yang berdimensi kecil seperti Bilik 2 atau 3. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Lechner (2009) yaitu ruang yang berdimensi besar dapat menurunkan nilai DF dan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan serta yang dikemukakan oleh Evans (1981) yaitu semakin dalam suatu ruang maka nilai DF dan distribusi pencahayaan alami semakin menurun.

### **6.1.3 Pengaruh Perubahan Posisi Bukaan**

Menurunkan posisi bukaan yaitu dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dengan meningkatkan nilai iluminasi dan DF, memperbesar persentase distribusi dan menurunkan perbandingan DF minimum dan rata-rata. Hal ini sesuai dengan teori posisi bukaan yang dikemukakan oleh Szokolay (1998) yaitu dengan mengubah posisi bukaan dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami.

Penurunan posisi bukaan PP-AB-pintu yaitu ambang bawah bukaan diturunkan hingga sejajar ambang atas pintu 1,7 m dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dengan meningkatkan nilai iluminasi dengan nilai terendah 10 lux hingga 225 lux, meningkatkan nilai DF dengan nilai terendah 0,1% hingga tertinggi 2,25%, meningkatkan persentase area yang terdistribusi DF yang

memenuhi standart dengan nilai terendah 4% hingga tertinggi 20% dan menurunkan perbandingan distribusi DF mencapai 1:2,25 dibandingkan dengan base case PL-WWR20%.

Penurunan posisi bukaan yang terlalu rendah PP-AA-pintu yaitu ambang atas bukaan diturunkan hingga sejajar ambang atas pintu dan ambang bawah bukaan mencapai bidang kerja akan terjadi penurunan kinerja pencahayaan alami. Hal ini tidak sesuai dengan rekomendasi oleh Wirawan (2007) dan Indrani (2008) yang merekomendasikan penurunan bukaan hingga sampai bidang kerja. Hal ini dikarenakan pada penelitian sebelumnya menggunakan tipe bukaan vertikal, sedangkan bukaan pada rumah Adat Balai Padang merupakan tipe bukaan horizontal yang memanjang dari ujung ke ujung dinding. Selain itu, penurunan posisi bukaan juga harus memperhatikan pembayangan dari overhang minimal rasio panjang overhang : tinggi bukaan yaitu 1:1,2 seperti yang direkomendasikan oleh Indrani (2008). Meskipun penurunan bukaan tidak terlalu rendah sampai bidang kerja tetapi jika sudah melebihi rasio tersebut, maka penurunan bukaan menjadi efektif ditandai dengan meningkatnya kinerja pencahayaan alami.

Penurunan posisi bukaan yang terlalu rendah hingga bidang kerja perlu memperhatikan obstruksi seperti pada ruang Bilik 1 dan 2 karena dapat mengurangi cahaya alami yang masuk. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Ander (1995) bahwa obstruksi dapat menghalangi cahaya yang masuk melalui bukaan serta sudut pandang vertikal minimal yang direkomendasikan antara bukaan dan obstruksi adalah 25° (Littlefair, 2001). Pada ruang Laras-Pematang dan Bilik 3 meskipun posisi bukaan diturunkan hingga bidang kerja namun tetap memiliki kinerja pencahayaan alami yang baik karena tidak terdapat obstruksi di depan bukaan. Selain itu, penurunan posisi bukaan hingga bidang kerja tidak efektif karena tidak dapat menjangkau area lebih dalam sesuai penelitian Evans (1981) terutama pada ruang Laras-Pematang yang memiliki dimensi ruang yang besar mencapai 140 m<sup>2</sup> dengan kedalaman mencapai 14m tetapi hanya memiliki bukaan pada 1 sisi dinding yang mendapatkan akses cahaya alami langsung dari luar bangunan.

#### **6.1.4 Pemenuhan Kebutuhan Pencahayaan Alami Aktivitas Masa Kini**

Kondisi eksisting dari hasil pengukuran lapangan tidak dapat memenuhi standart kebutuhan pencahayaan alami yaitu nilai iluminasi yang rendah, nilai DF yang rendah serta distribusi pencahayaan alami tidak mencapai 40% luas ruangan dan melebihi perbandingan DF minimum : rata-rata yaitu 1:3. Hal ini dikarenakan luas bukaan yang minim dan posisi bukaan yang tinggi tertutup oleh overhang dibandingkan dengan luas ruangan yang besar dan dalam.

Kinerja pencahayaan alami terbaik yang memenuhi standart didapatkan pada PL-WWR20% sesuai dengan rekomendasi bukaan pada penelitian yang dilakukan oleh Urusa (1998) dan Indrani (2008) atau PP-AB-pintu sesuai dengan rekomendasi penelitian yang dilakukan oleh Wirawan (2007) yang memperhatikan posisi bukaan terkait rasio panjang overhang : tinggi bukaan sudah melebihi 1:1,2 yang direkomendasikan oleh Indrani (2008).

Peningkatan kinerja pencahayaan alami tersebut merupakan rekomendasi secara umum dalam 1 bangunan. Peningkatan kinerja pencahayaan alami juga direkomendasikan tiap ruang karena memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Laras-Pematang adalah PL-WWR30%. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Bilik 1 adalah PL-WWR20%, PL-WWR20% atau PP-AB-pintu. Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Bilik 2 adalah PL-WWR20% dan PP-AB-pintu Rekomendasi perubahan terbaik pada ruang Bilik 3 adalah PL-WWR10%. Dari rekomendasi diatas dapat dikelompokkan menjadi 2 ruangan berdasarkan dimensinya yaitu ruangan berdimensi besar, dalam dan terletak di tengah bangunan yaitu ruang Laras-Pematang dan ruangan berdimensi kecil dan terletak di selubung bangunan yaitu ruang Bilik 1, 2 dan 3. Pada ruang berdimensi besar, rekomendasi perubahan terbaik adalah PL-WWR30%, sedangkan pada ruang berdimensi kecil, rekomendasi perubahan terbaik adalah PL-WWR20% atau PP-AB-pintu.

## **6.2 Saran**

### **6.2.1 Aspek Teoritis**

Penelitian ini hanya fokus pada pengaruh luas dan posisi bukaan saja. Pada penelitian selanjutnya dapat dikaji pula bagaimana pengaruh variabel lain yang berpengaruh, tetapi pada penelitian ini dijadikan sebagai variabel kontrol yaitu pengaruh bentuk dan dimensi bangunan, orientasi, obstruksi, overhang dan reflektansi material. Hasil penelitian tersebut sangat berguna sebagai pedoman dalam mendesain rumah Adat Balai Padang maupun Balai Adat lainnya serta bangunan di daerah tropis yang memiliki karakteristik yang sama.

Untuk penelitian lebih lanjut terkait luas dan posisi bukaan dapat dilakukan pada aspek pergantian bukaan antara dinding dengan atap menjadi jendela, lightshelf, clerestories atau menggunakan toplighting agar dapat mengakomodasi cahaya alami di tengah bangunan yang sulit dijangkau oleh bukaan samping dan untuk mengetahui perbandingannya bila menggunakan bukaan antara dinding dengan atap. Tentu saja hal ini harus memperhatikan kaidah-kaidah pada rumah Adat Balai Padang menurut ketua suku dan masyarakat setempat. Selain itu, dapat pula dilakukan optimasi terkait luas dan posisi yang paling optimum terkait permasalahan nilai iluminasi di luar bangunan tinggi tetapi nilai iluminasi di dalam sangat rendah.

Pada penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yaitu waktu pengukuran lapangan hanya dilakukan 3 hari pada musim kemarau di bulan Agustus serta dan pemodelan bangunan pada simulasi komputer hanya dilakukan pada 1 hari dan 1 waktu pada pukul 12.00. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengukuran lapangan dan simulasi komputer dengan waktu yang lebih lama agar didapatkan hasil yang lebih mewakili kondisi baik tahunan maupun harian. Selain itu, pemodelan bangunan terdapat banyak penyederhanaan yaitu menghilangkan celah-celah pada dinding dan lantai, menghilangkan bentuk panggung dan menghilangkan perabot upacara di tengah ruang Pematang. penyederhanaan ini tentunya dapat lebih meningkatkan atau menurunkan kinerja pencahayaan alami di dalam bangunan, sehingga dapat dilakukan penelitian serupa dengan

pemodelan yang lebih kompleks agar selisih antara pengukuran lapangan dan simulasi tidak terlalu besar.

### **6.2.2 Aspek Praktis**

Pada rumah Adat Balai Padang, jika nantinya dilakukan perbaikan dan difungsikan kembali sebagai rumah tinggal, maka luasan bukaan perlu dilakukan 2 perbaikan pada bukaan agar dapat memenuhi standart pencahayaan alami untuk aktivitas pada pagi hingga sore hari. Perbaikan pertama adalah meningkatkan bukaan mencapai 20% hingga 30% dari total luas dinding. Perbaikan kedua adalah menurunkan posisi ambang atas tepat pada ketinggian ambang atas pintu 1,7m dan ambang bawah berkisar antara 1,2-1,4m dari atas lantai di seluruh permukaan dinding. Terdapat 2 jenis dinding yaitu dinding luar yang terletak di selubung terluar bangunan dan dinding dalam yang membatasi ruang Laras dan Bilik. Rekomendasi yang disarankan adalah menurunkan posisi bukaan pada dinding luar karena penelitian ini hanya mengacu pada dinding luar. Selain itu, penurunan pada dinding dalam juga dapat mempengaruhi ke-*privacy*-an pada ruang Bilik sebagai ruang tidur. Pada bukaan terdapat sekat bambu atau kayu untuk menghalangi hewan atau orang yang masuk melalui bukaan. Jika tidak memungkinkan untuk dilakukan perubahan terkait luas bukaan, maka luas bukaan dapat dicapai dengan menghilangkan sekat kayu atau bambu dan diganti dengan kawat seperti pada bukaan pada ruang Laras-Pematang yang berada pada dinding sisi depan bangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ander, Gregg D ,(1995), *Daylighting Performance and Design*, John Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Baker, Nick, (2001), *Climate Responsive Architecture, A Design Handbook for energy Efficient Buildings*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Egan, M.David dan Olgay, Victor W, (2002), *Architectural Lighting*, Second Edition, McGraw-Hill Company, NewYork.
- Enno, Abel, (1994), *Low-Energy Building*, Energy and Building Science Journal Volume 21, Elsevier Science S.A.
- Erwindi, Collinthia, (2006), *Kajian Kualitas Pencahayaan Alam dalam Hunian Vernakular dan Modern di Indonesia*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Evans, Benjamin H, AIA, (1981), *Daylight in Architecture*, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Frick, Heinz, ardiyanto, Antonius, Darmawan, AMS, (2008), *Ilmu Fisika Bangunan: Pengantar Pemahaman Cahaya, Kalor, Kelembaban, Iklim, Gempa Bumi, Bunyi dan Kebakaran*, Kanisius, Yogyakarta.
- Groat L. and Wang D, (2002), *Architectural Research Methods*. John Willey and Sons Inc. Canada, USA.
- Indrani, Hedy C, (2008), *Kinerja Penerangan Alam pada Hunian Rumah Susun Dupak Bangunrejo Surabaya*. Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Koenigsberger dkk, (1973), *Manual of Tropical Housing and Building*. Bombay: Orient Longman, India.
- Krishan, Arvin Dkk, (2001), *Climate Responsive Architecture : A Design Handbook for Energy Efficient Buildings*. Tata McGaw Hill.



- Lam, William M.C, (1986), *Sunlighting as Formgiver for Architecture*, Van Nostrad Reinhold Company, New York.
- Lauber, Wolfgang, (2005), *Tropical architecture*, Prestel, New York.
- Lechner, Nobert, (2001), *Heating, Cooling, Lighting : Design Methods for Architect*, John Wiley & Sons, Canada.
- Lechner, Nobert, (2009), *Heating, Cooling, Lighting, Sustainable Design Methods for Architects*, Prestel, New York.
- Littlefair, P, (2001), *Daylight, Sunlight and Solar Gain in The Urban Environment*, Vol. 70.3, hal 177-185.
- Littlefair, P, (2002), *Daylight Prediction in Atrium Buildings*, Vol. 73.2, hal 105-109.
- Majoros, Andras, (1998), *Daylighting, Passive and Low Energy Architecture International in Assocoation with Department of Architecture*, The University of Queensland, Brisbane.
- Mangunwijaya, Y.B, (1994), *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Mazloomi, Mehrdad, (2010), *Horizontal Distribution of Daylight Factor with Reference to Window Wall Ratio in Pendentive Dome Buildings in Tropics, Case of Kuala Lumpur*, Vol. 10, hal 1247-1254.
- Moore, Fuller, (1993), *Environmental Control System; Heating Cooling Lighting*, McGra-Hill, Inc, USA.
- Muchamad, Bani Noor dkk. (2007). *Anatomi Rumah Balai Adat*. Universitas Lambu Mangkurat dan Pustaka Banua, Banjarmasin.
- Mustika, Ni Wayan Meidayanti, (2010), *Optimasi Pencahayaan Alami untuk Efisiensi Energi pada Rumah Susun dengan Konfigurasi Tower di Denpasar*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Prianto, E., & Suyono, B. 2013. *Simulasi Efisiensi Energi Listrik pada Bangunan Ber-Greenwall di Semarang*. Semarang: JAFT Undip.
- Satwiko, Prasato (2005), *Fisika Bangunan 1*, Andi, Yogyakarta.
- Seman, Syamsiar, (2001), *Arsitektur Tradisional Banjar Kalimantan Selatan*, Ikatan arsitek Indonesia Daerah Kalimantan Selatan.

- Setyaningrum, (2014), *Optimalisasi Kuantitas Pencahayaan Alami Melalui Pengaturan Pola Konfigurasi Bangunan pada Permukiman Padat di Surabaya*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- SNI 03-2396-2001 (2001), *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada bangunan Gedung*, Diunduh dari [www.ciptakarya.pu.go.id](http://www.ciptakarya.pu.go.id)
- SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Pencahayaan di Tempat Kerja.
- Soegijanto, (1998), *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Steffy, Gary, (2002), *Architectural Lighting Design*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Szokolay, S.V. (1980), *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*. The Construction Press, Lancaster.
- Szokolay, S.V. (2004), *Introduction to Architectural Science : The Basis for Sustainable Design 2nd Edition*. Architectural Press, London.
- Susanti, Eka, (2015), *Pengaruh Bukaian pada Selubung Bangunan Terhadap Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Betang di Kalimantan Tengah*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.
- Syam, Syahriana dkk, (2013), *Pengaruh Bukaian Terhadap Pencahayaan Alami Bangunan Tropis di Indonesia*, Proceeding Group Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin Vol 7:Desember 2013,ISBN 878-878-127255-0-8.
- Urasa, (1998), *Passive Cooling and Daylighting in Hot-Humid Climates. The Association of Energy Engineers publications*, hal 17-1 – 17-2.
- W. Putrid dan Yuni Sri Wahyuni, Alrikagusti, (2012), *Kajian Awal Terhadap Kondisi Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas*, Jurnal Tesa Arsitektur, Vol.10, No.1 - Juni 2012, hal.52-61.
- W. Putrid dan Yuni Sri Wahyuni, Alrikagusti, (2012a), *Kajian Penggunaan Skylight Untuk Perbaikan Pencahayaan Alami pada Bangunan Rumah Limas*, Jurnal Tesa Arsitektur, Vol.10, No.1- Desember 2012, hal.119-129.

Wirawan, Ratna Mulianingsih, (2007), *Bukaan yang Efektif Untuk Pencahayaan Alami pada Rumah Tinggai di daerah Tropis Lembab*, Jurusan Arsitektur FTSP, Tesis ITS Surabaya.

[www.lib.berkeley.edu/ENVI/Daylighting.html](http://www.lib.berkeley.edu/ENVI/Daylighting.html) (Diakses pada 22 Juni 2015)

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Febby Rahmatullah Masruchin merupakan anak tunggal dari Bapak Masruchin dan Ibu Sri Umiyati yang lahir pada tanggal 19 Februari 1992. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Yayasan Pendidikan Islam (YPI) Pengawas Surabaya 1996-1998, SD Negeri Dr. Soetomo VII Surabaya 1998-2004, SMP Negeri 1 Surabaya 2004-2007, SMA Negeri 2 Surabaya 2007-2010. Setelah lulus SMA, penulis

menempuh jenjang sarjana di Jurusan Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui program beasiswa Bidikmisi. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Magister melalui program beasiswa *Fresh Graduate* dari DIKTI dan mengambil konsentrasi pada alur Arsitektur Lingkungan di Jurusan Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengambil Tesis dengan judul “Kinerja Pencahayaan Alami pada Rumah Adat Balai Padang di Kalimantan Selatan” karena ketertarikan penulis pada bidang ilmu desain pencahayaan khususnya terkait pemanfaatan pencahayaan alami. Selain itu, tesis ini merupakan kerjasama penelitian antara Laboratorium Alur Arsitektur Lingkungan ITS dengan Balai Litbang Permukiman Tradisional Wilayah Tengah. Untuk berdiskusi dan bertukar pengetahuan terkait hal-hal yang berkaitan dengan judul Tesis tersebut dapat menghubungi penulis di [febbyrahmatullah@gmail.com](mailto:febbyrahmatullah@gmail.com).